LX - B - 4

BIBLIOTECA NAZ.
Vittorio Emanuele III
LX
R
4
NAPOLI

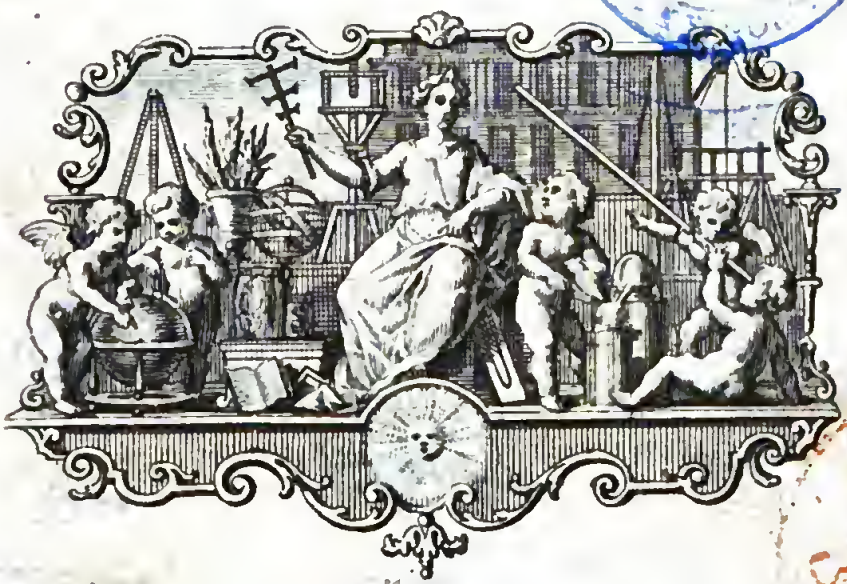
HISTOIRE
DE
L'ACADEMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

ANNÉE M. DCCXXXV.

Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique, pour la même Année.

Tirés des Regiſtres de cette Académie.

BIBLIOTECA



A AMSTERDAM,
Chez PIERRE MORTIER
M. DCCXXXIX.
Avec Privilege de N.S. les Etats de Hollande & de West-Friſe.

L. F. D. B. inv. *P. Tanjé sculp.*

A SON EXCELLENCE

MADAME

D' EINSIEDEL,

NÉE

COMTESSE DE FLEMMING,

&c. &c. &c.

MADAME,

JE ſuis charmé d'avoir l'occaſion de Vous payer une eſpèce de tribut, en Vous préſentant une partie d'un Ouvrage,

vrage, dont l'hommage Vous eſt dû par une infinité d'endroits. Votre amour pour toutes les Sciences, que Vous cultivez aujourd'hui avec tant de zèle, & auxquelles Vous Vous êtes appliquée par goût dès votre prémière jeuneſſe, m'autoriſe à faire paroître à l'ombre de votre Nom, cette partie d'un Recueil de tout ce qu'il y a de plus beau, de plus curieux & de plus admirable dans les ſecrettes démarches de la Nature. Vous y trouverez, MADAME, un champ vaſte de Découvertes & d'Expériences, qui ſont toutes le fruit des travaux d'une fameuſe Société, laquelle ne ceſſe d'enrichir tous les jours le Public de ſes productions. Que je ſerois heu-

reux, ſi je pouvois éterniſer par-là votre mémoire! Si quelque choſe doit contribuer à excuſer ma témérité, ce ſera le deſir que j'ai de Vous donner des marques du profond reſpect avec lequel j'ai l'honneur d'être,

MADAME,

DE VOTRE EXCELLENCE,

Le très humble & très obéiſſant ſerviteur

PIERRE MORTIER.

PRI-

PRIVILEGIE.

DE Staten van Holland en Weſt-Frieſland doen te weten, Alzo ons te kennen is gegeven by PIERRE MORTIER, Burger, en Boekverkoper binnen Amſterdam, hoe dat hy door inkoop aan zig verkregen hadde alle de Exemplaren, Regt van Copye, en Kopere Plaaten, van *Hiſtoria Academiæ Regiæ Scientiarum, Auctore J. B. du Hamel*, en *Hiſtoire de l'Académie Royale des Sciences, avec les Mémoires de Mathématique & de Phyſique, tirés des Regiſtres de cette Académie, commencée avec l'année 1699, juſques à préſent*: Op welke Werken door Ons op den 22 January des Jaars 1706 goetgunſtig Octroy was verleent aan wyle *Gerard Kuyper* om dezelve alleen met uytſluyting van alle andere geduurende den tyd van vyftien Jaaren, in zoo veele Deelen, Taalen, en Formaaten, als hy zoude goed vinden, te mogen drukken, doen drukken, uytgeven en verkopen, met een pœnaliteit van Drie hondert Guldens tegens de Overtreeders; En door dien het opgemelde Octroy reets zedert eenigen tyd geëindigt, en hy Suppliant werkelyk bezig zynde de gemelde werken van *Hiſtoria Academiæ Regiæ Scientiarum Auctore J. B. du Hamel*, en *Hiſtoire de l'Académie Royale des Sciences, avec les Mémoires de Mathématique & de Phyſique, tirés des Regiſtres de cette Académie*, van Jaare tot Jaare, met het drukken te vervolgen, en boven dien te vermeerderen met een *Recueil des Machines approuvées par l'Académie Royale des Sciences dont il eſt parlé dans l'Hiſtoire & dans les Mémoires de cette Académie & autres, avec les Explications de Mrs. de l'Académie Royale des Sciences, enrichies de plus de 200 fig.* En een *Recueil de toutes les Pieces qui ont remporté les Prix propoſés par l'Académie Royale des Sciences*; benevens eene *Table Alphabetique des Matieres contenues dans l'Hiſtoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, publiées dans ſon ordre*; En eindelyk nog alle de *Mémoires de Mathématique, de Phyſique & autres Pieces publiées par l'Académie Royale des Sciences, depuis ſon commencement juſques à l'année 1698 incluſivement*; wel verſtaande van het laaſt-genoemde maar alleen die Stukken, of Deelen, die tot nog toe in de Provintie van Holland en Weſt-Frieſland nooyt waren gedrukt geweeſt; waar toe hy Suppliant zeer groote koſte en moeyte genootzaakt was aan te wenden: En bedugt zynde dat eenige baatzugtige Menſchen hem Suppliant in zyn voorneemen mogten willen contramineren, of alle de voorgemelde Werken in het geheel

of ten deele, of onder eenige andere Tituls ofte Naamen na te drukken, doen drukken, en te verkoopen, tot overgroote ſchade van hem Suppliant; en om daar in te wezen geſecureert, zo keerde den Suppliant hem tot Ons, ootmoediglyk verzoekende dat Wy hem Suppliant goetgunſtig gelieften te verleenen ſpeciaal Octroy en Privilegie, omme alleen geduurende den tyd van vyftien eerſtkomende Jaaren, te mogen drukken, doen drukken, uytgeven en verkopen, *Hiſtoria Academiæ Regiæ Scientiarum, Auctore J. B. du Hamel*, en *Hiſtoire de l'Académie Royale des Sciences, avec les Mémoires de Mathématique & de Phyſique tirés des Regiſtres de cette Académie*, met alle de nog volgende deelen en ſtukken; *en Recueil des Machines approuvées par l'Académie Royale des Sciences, dont il eſt parlé dans l'Hiſtoire & Mémoires de cette Académie & autres, avec les Explications de Mrs. de l'Académie Royale des Sciences, Enrichies de plus de* 200 *fig.* benevens een *Recueil des Pieces qui ont remporté les Prix propoſés par Mrs. de l'Académie Royale des Sciences*, en een *Table Alphabetique des Matieres contenues dans l'Hiſtoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, publiées dans ſon ordre*; en Eindelyk nog alle de *Mémoires de Mathématique, de Phyſique, & autres Pieces publiées par l'Académie Royale des Sciences, depuis ſon commencement juſques à l'année* 1698. *incluſivement*; wel verſtaende van het laeſt-genoemde Werk maer alleen alle die ſtukken ofte deelen, die tot nog toe, in de Provintie van Holland of Weſt-Frieſland nooyt waren gedrukt geweeſt; alles in zoo veele deelen, Taalen, en formaaten als hy Suppliant zoude mogen goet vinden, met ſpeciaal verbod aan alle andere om dezelve Werken, of eenige van dien in het geheel, of ten deele, of onder andere Tituls of Naamen, na te drukken, te doen na drukken, ofte elders nagedrukt zynde in deze Provintie in te brengen, te verruylen ofte te verkopen, veel min eenige uyttrekſels van dezelve, van wat natuure, naame, ofte in wat Taale dezelve ſouden mogen zyn, te moogen maaken, ofte doen maaken, drukken of verkoopen, op een Boete van Drie-duyſent Guldens, ofte ſoo veel het ons ſoude goed dunken tot meer afſchrik, by de Contraventeurs te verbeuren, alſoo de Boete van Drie honderd Guldens in voorgaende Octroye van den 22. January 1706, tegens de Overtreders geſtipuleerd, niet genoeg zynde om baetzugtige menſchen van haar voornemen tot merkelyke ſchade van den Suppliant af te ſchrikken, en de bovengemel-

de

de Werken voor den Suppliant van de grootſte aangelegentheyt zynde. SOO IS 'T, Dat wy de zaake ende het voorſz: verzoek overgemerkt hebbende, ende genegen wezende ter beede van den Suppliant, uyt onſe regte wetenſchap, Souveraine magt, ende Authoriteit, den zelven Suppliant geconſenteert, geaccordeert, en geoctroyeert hebben, conſenteeren, accordeeren, en octroyeeren hem by dezen, dat hy geduurende den tyd van vyftien eerſt agter een volgende Jaaren, de bovengemelde Werken in dier voegen als zulks by den Suppliant is verſogt, en hier vooren uytgedrukt ſtaat, binnen den voorſz. Onſen Lande alleen ſal mogen Drukken, doen Drukken, Uytgeven, ende Verkopen, verbiedende daeromme allen ende een ygelyken dezelve Werken in 't geheel ofte ten deele, te drukken, naer te drukken, te doen nadrukken, te verhandelen of te verkoopen, ofte elders nagedrukt binnen dezelve onzen Lande te brengen, uyt te geven, ofte te verhandelen en verkoopen; op verbeurte van alle de naargedrukte, ingebragte, verhandelde ofte verkogte Exemplaaren, ende een Boete van Drie duyſent Guldens daer en boven te verbeuren, te appliceeren een derde part voor den Officier die de Calange doen ſal, een derde part voor den Armen der plaetſe daer het Caſus voorvallen ſal, ende het reſterende derde part voor den Suppliant, en dit telkens zo menigmael als dezelve ſullen werden agterhaeld. Alles in dien verſtaande, dat wy den Suppliant met deſen onſen Octroye alleen willende gratificeeren, tot verhoedinge van zyne ſchaade door het nadrukken van de voorſz. Werken, daer door in geenigen deelen verſtaen, den innehouden van dien te authoriſeeren ofte te advoueren, ende veel min het zelve onder onſe protectie ende beſcherminge eenig meerder credit, aanſien ofte reputatie te geven, nemaer den Suppliant in cas daer inne iets onbehoorlyks zoude influeren, alle het zelve tot zynen laſte zal gehouden weſen te verantwoorden; tot dien eynde wel expreſſelyk begeerende dat by aldien hy deſen onſen Octroye voor dezelve Werken ſal willen ſtellen, daer van geene geabrevieerde ofte gecontraheerde mentie ſal mogen maaken, nemaer gehouden weſen het zelve Octroy in 't geheel en ſonder eenige omiſſie daer voor te drukken, of te doen drukken; ende dat hy gehouden ſal zyn een Exemplaer van de voorſz. Werken op Groot papier, gebonden, en wel geconditioneert, te brengen in de Bibliotheecq van onſe Univerſiteit te Leyden, binnen

den tyd van ſes weeken, na dat hy Suppliant de voorſz. Werken ſal hebben beginnen uyt te geven, op een boete van ſes hondert Guldens, na expiratie der voorſz. ſes weeken, by den Suppliant te verbeuren ten behoeven van de Nederduytſe Armen van de plaats alwaar den Suppliant woont, en voorts op peene van met dese daar verſteeken te zyn van het effect van deeſen Octroye: dat ook den Suppliant, ſchoon by het ingaan van dit Octroy een Exemplaar gelevert hebbende aan de voorſz. onſe Bibliotheecq, by zoo verre hy gedurende den tyd van dit Octroy dezelve werken zoude willen herdrukken met eenige obſervatien, nooten, vermeerderingen, veranderingen, correctien of anders hoe genaemt, of ook in een ander formaat, gehouden ſal zyn wederom een ander Exemplaar van deſelve werken geconditioneert als vooren, te brengen in de voorſc. Bibliotheecq, binnen den zelven tyd, en op de boete en pœnaliteit als vooren. Ende ten einde den Suppliant deſen Onſen Conſente ende Octroye mooge genieten als naar behooren, laſten wy allen ende eenen ygelyken dien het aangaan mag, dat zy den Suppliant van den inhouden van deſen doen, laaten, ende gedoogen, ruſtelyk, vreedelyk, ende volkomentlyk genieten, ende gebruyken, ceſſeerende alle belet ter contrarie. Gegeven in den Hage, onder Onſen Groote Zegele hier aan doen hangen, op den negentienden December in 't Jaar onſes Heeren ende Zaligmaakers, Duyſent zeven hondert een en dertig.

J. G. V. BOETZELAER.

Ter Ordonnantie van de Staten

WILLEM BUYS.

Aan den Suppliant zyn nevens dit Octroy ter hand geſteld by extract Authenticq, haar Ed: Gr: Mog: Reſolutien van den 28 Juny 1715 en 30 April 1728, ten einde om ſig daar na te reguleeren.

TABLE
POUR
L'HISTOIRE.

PHYSIQUE GENERALE.

SUR la Lumiere des Diamans & de pluſieurs autres Corps. Page 1
Obſervation de Phyſique générale. 6

ANATOMIE.

Sur l'Action par laquelle les Enfans tetent. 12
Sur les Réunions d'Inteſtins. 16
Sur la maniere d'arrêter les Hémorragies des Arteres ſimplement ouvertes. 19
Obſervations Anatomiques. 23

CHIMIE.

Sur le Sel Armoniac. 33
Sur les Vitriols. 38
Sur les Eaux de Forges. 46

BOTANIQUE.

Sur une Eſpece de Prune ſinguliere. 50

GEOMETRIE. 53

ASTRONOMIE.

Sur la Détermination de l'Equinoxe. 54
Sur les Rotations des Corps Céleſtes. 58
Sur la Figure de la Terre. 66

MECHANIQUE.

Sur la Dépenſe des Eaux. 98
Sur une nouvelle Théorie des Pompes. 101
Sur la Longueur du Pendule. 114
Sur les Oſcillations cauſées par une impulſion quelconque. 130

Machines ou Inventions approuvées par l'Académie en 1735. 142

Eloge de M. de Reſſons. 147

TABLE
POUR LES
MEMOIRES.

MANIERE *de déterminer aſtronomiquement la différence en Longitude de deux Lieux peu éloignés l'un de l'autre.* Par M. DE LA CONDAMINE. Page 1

Analyſe Chimique du Zinc. 1er *Mémoire.* Par M. HELLOT. 15

Sur l'Obſervation de l'Equinoxe. Par M. BOUGUER. 43

De la maniere dont les Enfans tetent. Par M. PETIT. 64

Suite de l'Examen du Kermès Minéral. Par M. GEOFFROY. 72

Méthode de déterminer ſi la Terre eſt Sphérique ou non, & le rapport de ſes degrés entre eux, tant ſur les Méridiens que ſur l'Equateur & ſes Paralleles. Par M. CASSINI. 95

Obſervations ſur les Parhélies. Par M. DU FAY. 117

Sur la Figure de la Terre. Par M. DE MAUPERTUIS. 131

Sur

Sur le Sel Ammoniac. Par M. DU HAMEL. 141

Sur la nouvelle Méthode de M. CASSINI, *pour connoître la figure de la Terre.* Par M. CLAIRAUT. 156

Deſcription Anatomique de l'Oeil du Coq d'Inde. Par M. PETIT le Médecin. 163

Expériences ſur la Longueur du Pendule à Secondes à Paris: Avec des Remarques ſur cette matiere, & ſur quelques autres qui s'y rapportent. Par M. DE MAIRAN. 205

Analyſe Chimique du Zinc. 2d. Mémoire. Par M. HELLOT. 297

Obſervations ſur les Diſtributions & les Dépenſes des Eaux, avec des Regles pour déterminer leurs meſures en pouces & lignes. Par M. PITOT. 328

Sur la Réunion des deux bouts d'un Inteſtin, une certaine portion du Canal étant détruite. Par M. MORAND. 335

Seconde Méthode de déterminer ſi la Terre eſt Sphérique ou non, indépendamment des Obſervations Aſtronomiques. Par M. CASSINI. 347

Nouvel Eclairciſſement ſur l'Alun, ſur les Vitriols, & particulierement ſur la Compoſition naturelle, & juſqu'à préſent ignorée, du Vitriol blanc ordinaire. *Prémier Mémoire.* Par M. LEMERY. 356

Exa-

Examen des différentes Oſcillations qu'un corps ſuſpendu par un fil, peut faire lorſqu'on lui donne une impulſion quelconque. Par M. CLAIRAUT. 382

Deux Obſervations Anatomiques. La Prémiere, *Sur une contorſion involontaire de la Tête.* La Seconde, *Sur une roideur douloureuſe du côté droit du Col, avec un grand battement de la Carotide, & une eſpece de cliquetis au fond de la Gorge.* Par M. WINSLOW. 407

Derniere Partie du ſecond Mémoire ſur le Kermès. Sa Préparation par la Fonte. Par M. GEOFFROY. 422

Eſſais d'une Théorie nouvelle de Pompes. Par M. PITOT. 444

Recherches ſur la Lumiere des Diamans, & de pluſieurs autres matieres. Par M. DU FAY. 472

Obſervation ſur un nouveau Phénomene, concernant la ſtructure du fruit d'une eſpece de Prunier. Par M. MARCHANT. 508

Examen de quelques parties d'un Singe. Par M. HUNAULD. 516

Second Mémoire ſur les Vitriols, & particuliérement ſur le Vitriol blanc ordinaire. Par M. LEMERY. 523

De la Perpendiculaire à la Méridienne de Paris, dé-

décrite à la distance de 6000 Toises de l'Observatoire vers le Midi. Par M. DE THURY. 548

Suite des Recherches sur le Sel Ammoniac. Seconde Partie. Par M. DU HAMEL. 563

Troisieme Mémoire sur les Hémorragies. Par M. PETIT. 591

Analyse des Eaux de Forges, & principalement de la Source appellée la ROYALE. Par M. BOULDUC. 601

De la Révolution du Soleil & des Planetes autour de leur Axe; & de la maniere que l'on peut concilier, dans le Système des Tourbillons, la vîtesse avec laquelle les Planetes se meuvent à leur surface, avec celle que l'Ether ou le Fluide qui les environne, doit avoir suivant la règle de Kepler. Par M. CASSINI. 615

Sur la Maniere de conserver les Oeufs. Par M. DE REAUMUR. 631

Observation de l'Eclipse de Lune du 2 Octobre de cette année 1735, faite à Thury. Par M. CASSINI. 642

Observation de l'Eclipse partiale de la Lune du 2 Octobre 1735. Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY. 646

Observation de l'Eclipse partiale du 2 Octobre 1735 au matin, faite au College de Harcourt. Par

Par Mrs. LE MONNIER Pere & Fils. 647

Suite des Recherches sur le Sel Ammoniac. Troisieme Partie. Par M. DU HAMEL. 652

La Longueur du Pendule simple, qui bat les Secondes du Tems moyen, observée à Paris & au Petit Goave en l'Isle Saint-Domingue. Par M. GODIN. 682

Extrait d'une Lettre de M. BOUGUER, *écrite à* M. DE REAUMUR, *du Petit Goave dans l'Isle de Saint-Domingue, le 26 Octobre 1735, sur la Longueur du Pendule.* 705

De la Mesure du Pendule à Saint-Domingue. Par M. DE LA CONDAMINE. 714

Observations du Thermometre, faites à Paris pendant l'année 1735, comparées avec celles qui ont été faites sous la Ligne, à l'Isle de France, à Alger, & en quelques-unes de nos Isles de l'Amérique. Par M. DE REAUMUR. 737

Examen de la Réponse de M. FONTAINE *à mes objections contre sa Méthode pour trouver une Courbe qui touche continuellement les côtés d'un Angle constant, dont le sommet glisse dans une Courbe donnée.* Par M. CLAIRAUT. 755

Observations Météorologiques faites à Utrecht pendant l'année 1735, extraites d'une Lettre de M. MUSSCHENBROEK. Par M. DU FAY. 760

Ob-

Observation d'un Paraselene, faite à Paris la nuit du 7 au 8 Mai 1735. Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY. 765

Observations Météorologiques faites à l'Observatoire Royal pendant l'année 1735. Par M. MARALDI. 767

Observation d'une Mole. Par M. RIDEUX, de la Société Royale de Montpellier. 770

AVERTISSEMENT.

PIERRE MORTIER se propose de donner au Public une *Table des Matieres contennes dans l'Histoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, à laquelle il fait travailler actuellement & qui paroitra dans peu. Cette Table qui comprendra toutes les Années, savoir depuis 1699. jusques en 1734. sera faite non seulement sur l'Edition de Paris, mais encore sur les deux Editions in 12. Amst. Comme elle sera toute nouvelle & beaucoup plus complette que celle de Paris, on a été obligé d'en retarder l'impression, afin de rendre cet Ouvrage le plus exact qu'il sera possible. On se flatte que le Public aura tout lieu d'en être content.

HISTOIRE
DE
L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES,
Année M. DCCXXXV.

PHYSIQUE GENERALE.

SUR LA LUMIERE DES DIAMANS ET DE PLUSIEURS AUTRES CORPS. *

LA Lumiere eſt en quelque ſorte devenue plus commune qu'elle n'étoit. Les Phoſphores ſe ſont extrêmement multipliés †, un grand nombre de Corps Electriques ſont lumineux ‡, & M. du Fay, qui a déja ſuivi aſſez loin ces deux ſujets, s'eſt engagé, à l'occaſion du ſecond, dans de nouvelles recherches ſur les Corps lumineux ſans être Electriques, ainſi qu'il l'avoit promis en 1734.

Les anciens Naturaliſtes, & après eux un petit

* V. les M. p. 472.
† V. l'Hiſt. de 1730 p. 65. & ſuiv.
‡ V. l'Hiſt. de 1734. p. 1. & ſuiv.

petit nombre d'Auteurs répandus çà & là dans un grand eſpace de tems, doivent avoir eu quelque connoiſſance des phénomenes dont il s'agit: ils les ont mal ou peu obſervés, exagérés dans leurs récits, altérés par un mêlange de faux, & à l'heure qu'il eſt on démêle le vrai dans leurs relations, à-peu-près comme l'on reconnoit des Hiſtoires dans les anciennes Fables. Le Phyſique & l'Hiſtorique ont eu le même ſort. M. du Fay a eu la curioſité de ramaſſer ce qui étoit épars dans les Livres ſur cette matiere.

Il y a des Diamans qui luiſent dans l'obſcurité. Cette obſcurité eſt néceſſaire à cauſe de la foibleſſe de leur éclat: il faut de plus que l'on ſe ſoit préparé à le voir par un ſéjour de quelque tems dans ces ténèbres, comme d'un quart d'heure, afin que la Prunelle s'étant ouverte & élargie autant qu'elle l'a pu, reçoive une plus grande quantité de rayons. On ferme les yeux quoique dans l'obſcurité, car elle ne pourroit pas ordinairement être aſſez parfaite; mais M. du Fay a éprouvé qu'il ſuffiſoit qu'un des deux fût fermé, ce qui eſt plus commode, parce qu'avec le ſecours de l'autre, on pourra, pendant le quart d'heure preſcrit, faire ſoi-même différens petits préparatifs par rapport à l'expérience. On ne peut voir enſuite la lumiere du Diamant qu'avec l'œil qui aura été fermé.

Avant qu'on apporte le Diamant dans le lieu obſcur, il faut qu'il ait été tenu au Soleil ou ſimplement au jour pendant un certain tems; moins d'une Minute peut ſuffire, & peut-être 8 ou 10 Secondes, & cela, pour lui

lui donner le plus de lumiere qu'il en puiſſe prendre.

Sa lumiere dans l'obſcurité durera quelque 12 ou 13 Minutes au plus, s'affoibliſſant toujours par degrés inſenſibles.

Il s'en faut beaucoup que tous les Diamans expoſés au Soleil ou au jour, ne prennent cette lumiere; le nombre de ceux qui ne la prennent point eſt du moins auſſi grand. De ceux qui ſont les plus ſemblables entre eux, les uns la prennent, les autres ne la prennent point; les plus diſſemblables s'accordent quelquefois ou à la prendre, ou à ne la prendre pas. Nulle Règle, nulle apparence imparfaite de Règle, qu'on puiſſe tirer ou de leur éclat naturel, ou de leur netteté, ou de leur groſſeur, ou de leur forme: ſeulement M. du Fay a-t-il trouvé que tous les Diamans jaunes, qu'il a eſſayés en aſſez grand nombre, étoient lumineux. Seroit-ce que cette couleur jaune leur viendroit d'une plus grande quantité de Souphres qui s'allumeroient plus aiſément, ou rendroient une flamme plus ſenſible?

Bruler des Diamans eſt une opération par laquelle on les rend plus blancs, en leur ôtant par le moyen d'une forte chaleur qu'on leur fait ſentir, ſans les endommager, une teinte jaune ou brune qu'ils ont quelquefois, & qui leur vient de quelque portion d'huile, qui s'eſt inſinuée dans leurs fêlures imperceptibles, quand on les a polis. Le feu la brule, & la fait diſparoître. M. du Fay ſoupçonna que les Diamans qui devenoient lumineux, étoient ceux qui avoient été brulés, ou peut-

être ceux qui ne l'avoient pas été, car que ſait-on? Il trouva par expérience que deux Diamans, dont l'un devenoit lumineux, & l'autre ne le devenoit pas, ayant été brulés de la même façon, demeuroient tels qu'ils étoient auparavant.

Non ſeulement le jour ſimple ſans le Soleil ſuffit aux Diamans qui peuvent prendre la propriété de luire dans les ténèbres, & même pour la prendre auſſi bien de cette façon que de l'autre; mais ils la prennent quoique couverts d'un Verre, quoique plongés aſſez avant ſous l'Eau, ſous du Lait.

M. du Fay a cherché s'il n'y avoit point quelque moyen de faire conſerver aux Diamans cette lumiere qu'ils gardent ſi peu. Il n'en a point encore trouvé d'autre que de les enfermer dans cette Cire noire & molle qui ſert à tirer les empreintes des Gravures. Ils ſont encore lumineux après y avoir ſéjourné ſix heures, mais il n'y a pas d'apparence que ce moyen ſoit unique.

S'imbiber de lumiere par la ſeule expoſition au Soleil ou au jour, eſt une propriété fine & délicate, pour ainſi dire, & ſi elle n'appartient pas à tous les Diamans, à plus forte raiſon n'appartiendra-t-elle pas à toutes les autres Pierres précieuſes qui ſont moins parfaites. Auſſi ne s'eſt-elle pas trouvée dans des Rubis Balais, dans des Saphirs, des Topaſes d'Orient, des Emeraudes, quoique de la plus grande beauté & de la plus grande netteté: mais par une ſuite de la bizarrerie qui regne toujours ici, une ſeule Emeraude brute, parmi

parmi vingt autres, avoit cette propriété ſi rare.

Toutes ces Pierres qui en ſont privées, ne laiſſoient pas de l'acquérir par des moyens plus violens, par être ou chauffées ou frottées, car tous les deux ne conviennent pas à toutes ſans exception. Ils conviennent tous deux au Cryſtal de Roche, le prémier ſeul à la Prime d'Emeraude d'Auvergne, à l'Améthiſte de Catalogne, & le ſecond ſeul au Rubis.

Le Diamant devient lumineux de toutes les trois manieres; mais malgré la dignité de ſa nature, il n'eſt pas le ſeul.

Pour reconnoître quelle liaiſon, quel rapport avoient entre elles les trois propriétés, M. du Fay a fait diverſes expériences qui n'ont guere encore produit que des doutes. Seulement il paroît que quand un Corps a les trois propriétés, ou l'une des deux dernieres avec celle de luire par l'expoſition au jour; c'eſt celle-ci, celle que nous appellons la plus fine & la plus délicate, qui réſiſte le plus aux violences qu'on lui fait pour les lui arracher; il la conſerve après avoir perdu les autres par de fortes calcinations. On diroit que les cauſes ſe cachent à meſure que nous connoiſſons mieux les effets.

OBSERVATION DE PHYSIQUE GENERALE.

M. Granger, Correſpondant de l'Académie, a écrit à M. de Reaumur le fait ſuivant, arrivé au Caire peu de tems après qu'il y fut arrivé.

De jeunes gens Cophtes, qui buvoient quelquefois enſemble, voulant rabbattre la vanité d'un d'entre eux, qui ſe piquoit d'être le plus fort de tous, s'aviſerent de lui diſſoudre, ſans qu'il le ſût, une dragme d'Opium dans un verre de vin qu'il but; ils prétendoient par-là l'endormir plutôt, & le faire paroître vaincu en peu de tems. Quelques heures après avoir pris cette boiſſon, le jeune homme fut en délire, extravagua, & tomba enſuite dans un profond aſſoupiſſement. Le lendemain ſes Camarades, qui l'allerent voir pour jouïr de leur fauſſe victoire, & pour l'inſulter, furent fort ſurpris de le trouver ſans pouls, livide, la bouche fermée, en un mot, mourant. On envoya chercher un Prêtre, qui étoit auſſi Médecin, & qui tourmenta inutilement le Malade par les remedes les plus violens. Il voulut y faire venir M. Granger lui-même, qui n'arriva qu'après la mort. La maladie n'avoit duré que quinze heures. Le Cadavre étoit couvert de tumeurs livides aux bras & aux cuiſſes, en forme de Loupes, groſſes comme la Tête d'un Enfant de

de quatre mois, d'où il ſortoit une odeur inſupportable. Ce qu'il y eut de ſingulier, c'eſt que deux ou trois cens Chats des maiſons voiſines de celle du Mort s'y rendirent à la hâte & en foule. On les prit pour des Sorciers métamorphoſés qui venoient enlever le Cadavre; mais ni les prieres, ni les Signes de Croix, ni l'Eau-benite, n'opéroient ſur eux. M. Granger & le Prêtre eurent beau dire que c'étoient de véritables Chats attirés par l'odeur du Corps, quoique très mauvaiſe; les Aſſiſtans n'en furent perſuadés que quand on eut ouvert la porte du lieu où étoit ce Corps, & qu'on vit auſſi-tôt les Chats ſauter deſſus, & le lêcher avec une ſi grande avidité, que ſi on les eût laiſſé faire, ils l'auroient dévoré.

CEtte année M. de Mairan expoſa à l'Académie une nouvelle idée ſur la Meſure de la Lumiere, dont M. Celſius, Profeſſeur en Aſtronomie à Stokholm, l'avoit prié de faire part à la Compagnie. Nous avons déja dit quelque choſe ſur ce ſujet en 1726 * d'après M. Bouguer: mais M. Celſius y ajoûtoit une propoſition importante, & qui peut étonner d'abord les Géometres mêmes.

Un point lumineux quelconque étant placé à deux différentes diſtances d'une ſurface qui reçoit directement ſes rayons, la force ou in-

* p. 15. &ſuiv.

intenſité de la lumiere en ces deux cas eſt dans la raiſon renverſée des quarrés des deux diſtances du point lumineux. Cela eſt démontré, & très facilement. M. Celſius n'a eu garde de n'adopter pas ce principe; mais ſes expériences l'ont conduit d'un autre côté, & plus loin.

Il a tracé ſur un papier trois petits Cercles concentriques, qu'éclairoit une Chandelle poſée à une diſtance du papier telle qu'on voudroit. Le papier étoit ſur une Tablette immobile au bout d'un long Bâton diviſé en degrés égaux, & une Tablette mobile percée d'un petit trou qui ſervoit de Pinnule où l'œil de l'Obſervateur s'appliquoit pour voir les Cercles du papier, pouvoit courir ſur toute l'étendue du Bâton appellé *Lucimetre*, & par-là meſuroit les diſtances de l'Oeil au papier, à l'Objet vu. L'Objet n'étoit cenſé vu, que quand les trois petits Cercles paroiſſoient également & ſuffiſamment diſtincts, & un peu d'habitude apprenoit bientôt à l'Oeil à juger ſurement de cette égalité ou *ſuffiſance*. Il eſt clair que cette diſtinction de l'Objet dépendoit de ſa proximité ou à l'Oeil, ou au Point lumineux dont il étoit éclairé, c'eſt-à-dire alors, à la Chandelle.

M. Celſius ayant l'œil appliqué à ſa Pinnule poſée ſur un certain point du Lucimetre, voyoit l'Objet, & ſe mettant enſuite par rapport à cet Objet, à une diſtance double de celle où il étoit d'abord, diſtance qui ſe trouvoit très aiſément par le moyen du Lucimetre, il ne voyoit plus. Il n'avoit d'autre moyen pour revoir de cette ſeconde ſtation

où

où il étoit, que de rapprocher la Chandelle de l'Objet. Mais de combien la falloit-il rapprocher ? il ne s'étoit éloigné de cet Objet que du double, on eût cru naturellement qu'il ne falloit donc auſſi en rapprocher la Chandelle que du double, mais on eût été bien loin du vrai. M. Celſius apprit par l'expérience qu'il falloit rendre la diſtance de la Chandelle à l'Objet ſeize fois moindre qu'elle n'étoit. Les deux diſtances ſucceſſives de l'Oeil à l'Objet avoient été 1 & 2, les deux correſpondantes de la Chandelle à l'Objet furent 16 & 1. La même proportion s'eſt toujours maintenue dans les différentes expériences, c'eſt-à-dire, par exemple, que comme 16 eſt la 4me puiſſance de 2, ainſi ſi les deux diſtances de l'Oeil à l'Objet, priſes ſur le Lucimetre, avoient été 1 & 3, il falloit rendre la diſtance de la Chandelle à l'Objet 81 fois moindre qu'elle n'avoit été, parce que 81 eſt la 4me puiſſance de 3. De-là nait un principe d'expérience.

Maintenant les deux diſtances de l'Oeil à l'Objet ayant fait connoitre celles de la Chandelle à l'Objet, c'eſt de ces deux dernieres que dépend la force ou l'intenſité de la lumiere dont l'Objet à été éclairé. Ici s'applique le principe tout géométrique des quarrés des diſtances que nous venons d'énoncer. Les diſtances de la Chandelle à l'Objet ont été comme 1 & 16, comme 1 & 81 : donc les intenſités correſpondantes de la lumiere ſur l'Objet ont été comme 256 à 1, comme 6561 à 1. Des deux principes, l'un d'expérience, l'autre purement géométrique, ſe for-

me une Règle générale que les Géometres verront du prémier coup d'œil.

Voilà ce qui paroît surprenant. Pour voir le même Objet à une distance double, ou triple, &c. il faut qu'il soit 256, 6561 fois, &c. plus éclairé; & il suffiroit par le principe géométrique des quarrés des distances, qu'il le fût 4 fois, 9 fois, &c. davantage. D'où peut venir cette énorme différence?

Le principe géométrique n'est que pour la lumiere directe répandue immédiatement du Point lumineux sur une surface: ici il ne s'agit que d'une lumiere réfléchie. Il est vrai qu'il semble que la lumiere réfléchie devroit suivre la même loi que la directe, & ne perde son intensité que selon la raison des quarres des distances; mais il est possible que parce qu'elle est réfléchie, affoiblie par la réfléxion, elle perde davantage en s'étendant, & l'expérience prouve invinciblement que cela est ainsi. De plus le principe géométrique suppose une simple surface sur laquelle la lumiere s'étend, mais sans agir sur elle, ou du moins sans éprouver de sa part aucune résistance. Il n'en est pas de même de l'Oeil, il résiste jusqu'à un certain point à l'ébranlement que le Corps lumineux tend à lui causer, il ne le prend pas tout entier; & par-là la perception de l'Ame, qui est alors ce que nous appellons proprement lumiere, est moins forte. Peut-être démêlera-t-on ce que la lumiere perd d'intensité par être réfléchie, d'avec ce qu'elle en perd par agir sur nos yeux: en attendant il faut se contenter de voir que l'effet total est compliqué, & l'on peut raison-

ſonnablement croire d'avance que ce qui domine dans ce compoſé, c'eſt la perte par la réflexion. On ſait, il y a déja du tems, que les rayons de la Lune, réunis par le Miroir ardent, n'y prennent abſolument aucune chaleur.

Le rapport de la lumiere de la Lune à celle du Soleil a été bien examiné par M. Celſius, qui n'a pas manqué d'y appliquer ſa Méthode, & cela dans tous les états où la Lune peut ſe trouver à l'égard du Soleil. En général il retrouve ce que M. Bouguer avoit trouvé en 1726 par une Méthode différente: la lumiere de la Lune eſt 300000 fois plus foible que celle du Soleil, diminution presque prodigieuſe, & cependant aſſez bien conſtatée. M. Celſius a promis de ne pas borner là les uſages qu'il tirera de ſa Théorie: on ſuit avec plus de plaiſir un chemin qu'on s'eſt ouvert ſoi-même.

NOus renvoyons entierement aux Mémoires

* Les Obſervations de M. du Fay ſur les Parhélies.

† L'Ecrit de M. de Reaumur ſur la Maniere de conſerver les Oeufs.

‡ Les Obſervations du Thermometre à Paris, comparées à celles de différens autres lieux par M. de Reaumur.

Un

* V. les M. p. 117.
† p. 631. ‡ p. 737.

* Un Extrait de M. du Fay des Obſervations Météorologiques de M. Muſſchenbroek.

† L'Obſervation d'un Paraſelene par M. de Fouchy.

‡ Les Obſervations Météorologiques de cette année 1735 par M. Maraldi.

ANATOMIE.

SUR L'ACTION

PAR LAQUELLE LES ENFANS TETENT.

M. Maloet ayant vu un Enfant nouveau-né qui ne vouloit point teter, quelque Nourrice qu'on lui préſentât, & qui par conſéquent ne le pouvoit, ſelon toutes les apparences, découvrit, en l'examinant, qu'il n'avoit point de Palais. Il manquoit tant des parties Oſſeuſes qui forment cette Voûte, que de la Membrane qui les tapiſſe, &, ce qui en eſt une ſuite, quand on lui regardoit dans la Bouche, on lui voyoit l'intérieur du Nez. Alors M. Maloet crut avoir trouvé la cauſe du défaut de cet Enfant.

Dans l'action de teter, lorſque l'Enfant ſuce le Mammelon de ſa Nourrice, il en éloigne l'air qui l'environnoit, & forme tout à l'entour dans ſa Bouche un petit vuide. En même

* pag. 760. † pag. 765. ‡ pag. 767.

même tems tout le corps de la Mammelle eſt toujours environné & preſſé à l'ordinaire par l'air, & comme le Mammelon ne l'eſt pas, ou l'eſt moins, le Lait doit ſe porter dans ce petit tuyau, & ſortir par-là. Alors la Bouche fait l'office de Pompe aſpirante.

Mais il faut pour cela que la communication de la Bouche avec le Nez ſoit interrompue par les Organes propres à cet uſage, car ſi elle ſubſiſtoit, l'air, qui paſſe continuellement par le Nez pour la reſpiration, entrant dans la Bouche de l'Enfant, iroit preſſer le Mammelon, & par conſéquent empêcheroit la ſortie du Lait; la Bouche ne feroit plus l'office de Pompe aſpirante, puiſqu'il ne ſe feroit plus de vuide.

C'eſt de-là que M. Maloet tire les raiſons qui ont empêché de teter l'Enfant né ſans Palais. Sa Bouche & ſon Nez communiquoient toujours enſemble.

On étoit obligé de le nourrir de Lait, qu'on lui faiſoit avaler en le verſant dans ſa Bouche avec une Cueiller. Il ne vêcut que quinze jours.

Quand M. Maloet eut expoſé ſon ſentiment à l'Académie, M. Petit le Chirurgien ne convint point que l'Enfant ne pût teter*; & voici le précis de ſes raiſons.

Un vuide dans la Bouche n'eſt point abſolument néceſſaire pour l'action de teter. Les femmes qui trayent les Vaches, font ſortir le Lait par la ſeule compreſſion de leurs mains qu'elles conduiſent l'une après l'autre du haut du

* V. les M. p. 64.

du Pis juſqu'en bas, en ſorte qu'une main reprend toujours où l'autre a quitté. Il n'y a là ni Vuide, ni Pompe aſpirante. Qu'on examine bien un Enfant, il en fait autant. Il ſaiſit le Mammelon avec ſes Levres qu'il avance en fermant la Bouche, & dont il fait une eſpece de Canal charnu, qui ſerre doucement le Mammelon. L'Anatomie démontre qu'il y a dans ce Canal des fibres de deux différentes directions, les longitudinales & les tranſverſes qui ſont orbiculaires. Avec les longitudinales auſſi allongées qu'elles peuvent l'être, l'Enfant prend le Mammelon le plus près de la Mammelle qu'il peut, & quand ces mêmes fibres ſe contractent & s'accourciſſent, elles amenent le Lait de la Mammelle dans le Mammelon. Pour les fibres tranſverſes, elles ne font que ſerrer, mais plus ou moins. On voit aſſez ce qui réſulte de la combinaiſon de l'action, & des différens degrés d'action de ces deux ſortes de Fibres.

M. Petit ajoute encore que le Mammelon étant plus gros à ſon origine qu'à ſon bout, il gliſſeroit aiſément hors de la Bouche de l'Enfant, & que pour l'en empêcher, l'Enfant eſt obligé de reprendre le Mammelon plus haut, après quoi s'il gliſſe encore un peu, le Lait n'en eſt que mieux conduit de haut en bas.

Ce n'eſt pas cependant que la compreſſion des Levres, en y joignant même celle des Mâchoires de l'Enfant qui peut concourir avec elle, ſoit la ſeule cauſe qui entre dans l'action de teter. La ſuction y a beaucoup de part. La Langue de l'Enfant applique

ſon

ſon bout antérieur ſous le Mammelon, & l'embraſſe aiſément, parce qu'elle eſt très molle, très flexible & très mince. Quand ce bout ſe retire vers le fond de la Bouche, il ſe fait ſous le Mammelon un petit Vuide qui détermine le Lait à couler de la Mammelle, ſans compter que ce même mouvement de la Langue aide encore par lui-même à celui du Lait.

La Langue étant alors par ce bout antérieur une eſpece de Piſton de Pompe aſpirante, M. Petit prétend qu'elle eſt auſſi par l'autre bout un Piſton de Pompe foulante; car après avoir conduit le Lait juſqu'au fond du Palais comme dans une Goutiere, elle preſſe contre ce fond, & l'oblige à tomber dans l'Oeſophage. A peine a-t-elle achevé ſon coup de Piſton foulant pour avaler, qu'elle a déja recommencé celui de Piſton aſpirant pour ſucer.

Il eſt poſſible qu'elle ſoit privée de la fonction de Piſton foulant, & qu'elle ne le ſoit pas de celle de Piſton aſpirant; en ce cas-là l'Enfant pourroit ſucer, mais non pas avaler; & M. Petit ſoupçonna que celui, que M. Maloet avoit vu, périt par cette raiſon.

De toute cette Théorie de M. Petit ſur l'action de teter, il réſulte qu'un Enfant né ſans Palais en eſt capable, puiſqu'il l'eſt & de comprimer le Mammelon avec ſes Levres de la maniere convenable, & de ſucer par le moyen de ſa Langue.

La queſtion demeura pourtant encore indéciſe, car une déciſion ſure en Phyſique eſt bien rare. M. Maloet oppoſa des autorités.

D'ail-

D'ailleurs il avoit certainement vu l'Enfant avaler, il ne mourut donc que faute de ſucer.

SUR LES RÉUNIONS D'INTESTINS. *

LEs reſſources de la Nature pour remédier aux maux qui attaquent le Corps humain, ne ſont pas à la vérité en auſſi grand nombre que ces maux ; mais elles ſont du moins en plus grand nombre que ne l'ont quelquefois cru, même les plus habiles. Hippocrate a décidé par un Aphoriſme qu'un Inteſtin grêle diviſé ne ſe reprenoit point : on ſait aujourd'hui le contraire par expérience, & de plus cette eſpece de merveille eſt toujours allée juſqu'ici en augmentant.

On eſt quelquefois obligé de couper un Inteſtin, parce qu'il s'eſt pourri ou gangréné dans une Hernie qu'il formoit. On a vu dans les Mémoires de 1701 †, que dans ce cas-là M. Méry ayant coupé 4 à 5 pieds d'Inteſtin à une Fille, elle fut guérie. Elle ne rendoit plus ſes excrémens par l'Anus, puiſque tout le Canal inteſtinal ayant eu vers ſon milieu une partie entierement détruite, il n'y avoit plus de communication entre la partie qui venoit de l'Eſtomac & celle qui ſe terminoit à l'Anus ; les matieres qui venoient de l'Eſtomac auroient donc dû s'épancher dans la cavité du Ventre quand elles ſeroient arrivées où la continuité du Canal manquoit, & par-

* V. les M. p. 335. † p. 369. & ſuiv.

par-là auroient bien-tôt causé la mort; mais la prémiere portion du Canal coupé, celle qui partoit de l'Estomac, s'étoit collée par son autre extrémité à l'ouverture avec une issue au dehors, étoit devenue une espece d'Anus artificiel qui suppléoit à l'autre demeuré sans fonction, aussi-bien que la seconde portion du Canal coupé.

L'Histoire de 1723 * nous a appris de plus que les deux parties d'un Intestin coupé dans une étendue à la vérité beaucoup moindre, & aidées par l'art dont M. de la Peyronnie avoit usé, se sont reprises ensuite naturellement, & ont recommencé à former un Canal continu, ce qui est le comble du prodige en cette matiere.

Voilà donc deux cas très différens. Dans le prémier, les deux parties du Canal intestinal coupé restent séparées, & il faut un Anus artificiel. Dans le second, elles se rejoignent, & l'Anus naturel fait sa fonction. M. Morand explique de quelle maniere arrivent ces deux cas.

Il faut pour l'un & pour l'autre que les deux bouts coupés de l'Intestin soient attachés & assujettis quelque part: on en verra clairement la nécessité, si on les imagine libres & flottans. Naturellement des parties blessées & sanglantes se collent aux parties les plus voisines, sur-tout si celles-ci sont blessées aussi: il suffit même assez souvent que les unes ou les autres soient enflammées, l'inflammation les rend plus visqueuses par une transpira-

* pag. 43. & 44.

piration plus abondante des liqueurs dont elles regorgent.

L'Inteſtin gangréné dans la Hernie a toujours près de lui quelque partie enflammée de l'Epiploon, ou du Peritoine, ou de l'Anneau; il ſe trouvera donc aſſez d'endroits où le bout coupé de l'Inteſtin pourra ſe coller, & où il demeurera aſſujetti, j'entends dans le premier cas le bout de la premiere portion, qui ſera l'Anus artificiel par où ſortira ce qui ſera venu de l'Eſtomac. Pour l'autre bout qui va à l'Anus, & qui doit demeurer inutile, il faut l'aſſujettir par art, s'il ne s'aſſujettit pas de lui-même, pour le fermer enſuite entierement, puiſqu'il ne doit plus rien recevoir. C'eſt ce que M. Littre a enſeigné dans les Mémoires de 1700 *.

Dans le ſecond cas, où les deux bouts coupés doivent ſe reprendre, la grandeur de l'entre-deux qu'on aura emporté n'y ſera point un obſtacle, pourvu que ces deux bouts qui ont tous deux paſſé par l'Anneau ſe trouvent après l'opération encore aſſez proches. M. Morand fait voir comment le mouvement naturel de leurs Fibres tant longitudinales que tranſverſes & circulaires exécutera la réunion. Les longitudinales s'allongeant de part & d'autre, iront ſaiſir peu à peu des points d'appui toujours plus éloignés chacun en particulier de leur prémiere poſition, mais par-là l'intervalle entre les deux bouts diminuera toujours. D'un autre côté l'action des Fibres circulaires diminuera le diametre de l'ouverture

* pag. 421. & ſuiv.

re de chacun des deux bouts, les froncera, & rendant leur ſurface moindre, les diſpoſera à ſe coller plus aiſément dès qu'ils pourront ſe rencontrer. Quand le Canal aura repris ſa prémiere forme de canal continu, il y reſtera par un endroit plus étroit, par un étranglement bien ſenſible, la trace de l'accident qu'il aura eſſuyé. Ce n'eſt point là une choſe devinée, quoiqu'elle eût pu l'être; M. Morand l'a vue.

Comme cette réunion ne peut ſe faire que lentement, on conçoit aſſez que pendant ce tems-là les excrémens ſortent, mais toujours de moins en moins, par l'Anus artificiel, par l'ouverture de la Playe, juſqu'à ce qu'enfin l'Anus naturel rentre ſeul dans ſa fonction. On voit auſſi que ceux qui portent cet Inteſtin réuni, doivent s'en ſouvenir ſans ceſſe, & ſe ſoumettre à beaucoup de précautions gênantes: mais pour peu qu'ils raiſonnent, ils ſe croiront encore trop heureux.

SUR LA MANIERE D'ARRETER LES HEMORRAGIES DES ARTERES SIMPLEMENT OUVERTES. *

NOUS avons parlé en 1733 †, d'après M. Petit le Chirurgien, de la maniere d'arrêter les Hémorragies qui viennent après l'am-

* V. les M. p. 591. † p. 41. & ſuiv. p. 435. & ſuiv.

l'amputation de quelque membre. Tout ce que peut alors la Chirurgie, eſt d'empêcher l'écoulement du Sang par un Bandage, par une compreſſion la plus commode & la plus avantageuſe qu'il ſe puiſſe, & de donner à la Nature le loiſir & la facilité de former un Caillot de ſang qui fermera entierement l'ouverture de la groſſe Artere qu'on aura coupée. Mais ſi en d'autres occaſions, comme dans une Saignée, l'Artere n'a été ſimplement qu'ouverte, ſera-ce la même choſe pour arrêter l'Hémorragie?

Dans le cas d'un Tronc d'Artere coupé, le Sang qui continue de s'y rendre, ne doit plus y couler que juſqu'à l'endroit où il rencontrera une branche collatérale entiere dont il enfilera la route, au moyen de quoi la circulation s'achevera. De cet endroit où il ſe détourne juſqu'au bout coupé, le Sang qui y étoit arrivé, eſt ſerré par le Bandage, il demeure ſans mouvement, il ſe coagule, & devient le Bouchon, qui ayant acquis une certaine ſolidité, fermera ſuffiſamment l'Artere, quand on aura ôté le Bandage. Ce Bouchon peut avoir quelque 5 ou 6 lignes de longueur, il eſt de figure à-peu près cylindrique; & ſi avant que d'être aſſez ſolide, il a laiſſé échapper au dehors pluſieurs gouttes de ſang, elle ſe ſeront amaſſées & coagulées autour de ſon extrémité, & lui feront une eſpece de *couverole* extérieur qui le débordera, & l'affermira ſur le bout coupé de l'Artere.

Dans le cas de l'Artere ſimplement ouverte, & qui par conſéquent n'a rien perdu de ſon étendue, le Sang doit y couler encore comme

comme il avoit toujours fait, le Caillot néceſſaire pour la fermer ne peut être que de l'épaiſſeur de la membrane qui a été bleſſée, épaiſſeur très peu conſidérable; & comment un Caillot pourra-t-il ſe former malgré le mouvement continuel & rapide du Sang, & comment y réſiſteroit-il tandis qu'il ſe formera, étant toujours ſi mince & ſi foible ? On ſuppoſe que dans ce cas-ci le Bandage aide toujours la Nature comme dans l'autre, mais la difficulté eſt de ſavoir ſi la Nature pourra agir ſuffiſamment. Il eſt bien ſûr que le Bandage devra être beaucoup moins fort, puiſqu'il faudra toujours laiſſer couler le Sang dans l'Artere coupée.

M. Petit, moins perſuadé que le Caillot dût ſe former dans un cas que dans l'autre, l'eſpéroit pourtant dans le cas le moins favorable. Il comprenoit que ſi dans l'Artere coupée le Bouchon étoit beaucoup plus fort & plus ſolide qu'il ne pouvoit l'être dans l'Artere ouverte, du moins dans celle-ci le couvercle du Bouchon ſeroit plus étendu & plus fort, parce que la compreſſion modérée du Bandage feroit toujours ſortir hors du Vaiſſeau, pendant la formation du Bouchon, beaucoup de gouttes de ce Sang qui couloit toujours, & qu'il s'en feroit un couvercle beaucoup mieux conditionné que dans l'Artere coupée, où au contraire on empêchoit, autant qu'il étoit poſſible, qu'il ne s'épanchât du ſang au dehors. Or la partie du Caillot que nous appellons le couvercle, eſt très importante par rapport à l'effet qu'on a en vue; placée au dehors, comme elle l'eſt, elle tient le bouchon

chon plus ferme dans ſa ſituation, & lui donne plus de *pied*, de ſorte qu'il ſe peut faire une eſpece de compenſation entre deux Caillots, dont l'un aura le Bouchon plus fort & le couvercle plus foible, & l'autre le bouchon plus foible & le couvercle plus fort.

De plus les Arteres étant couvertes & enveloppées d'une eſpece de tiſſu cellulaire ſpongieux & aſſez mobile, au-lieu que leur Membrane propre eſt plus ferme & plus fixe, il arrive que la Lancette qui en traverſant ce tiſſu, va percer la Membrane, continue enſuite à aggrandir l'ouverture de la Membrane, tandis qu'elle ne fait preſque que pouſſer devant elle le tiſſu qui ſe laiſſe mouvoir, & lui réſiſte moins. Ainſi l'ouverture faite à la Membrane eſt plus grande que celle du tiſſu, il ſort plus de ſang par l'une qu'il n'en peut ſortir par l'autre; ce ſurplus de ſang s'engage aiſément, & s'arrête dans un tiſſu cellulaire, il s'y coagule, & forme un Couvercle plus ſolide, & plus capable de ſoutenir le Bouchon.

Naturellement M. Petit ne pouvoit faire autre choſe que s'en tenir à ces conjectures, qui peut-être parce qu'elles étoient trop fines & trop recherchées, en auroient été moins ſuffiſantes; mais le hazard lui mit heureuſement ſous les yeux ce qu'il n'avoit fait que deviner. Il ouvrit le cadavre d'un Homme mort ſubitement deux mois après avoir été parfaitement guéri d'une ouverture à l'Artere Brachiale. Il vit que les deux levres de la playe ne s'étoient point réunies, mais qu'il s'étoit formé entre deux un Caillot qui bouchoit

choit exactement l'ouverture, & s'attachoit à toute la circonférence. Il avoit un couvercle en dehors. M. Petit conſerva cette Artere, & il en a fait des expériences qui lui ont appris que le Caillot n'avoit rien perdu de ſa conſiſtance, ni de ſon adhérence à l'ouverture de l'Artere, pour avoir trempé deux mois dans l'Eau, & enſuite trois ans dans l'Eau-de-vie. Cela prouve que ce Caillot eſt fort analogue aux Cicatrices, & il doit l'être en effet, puiſqu'il paroît formé comme elles des ſucs deſtinés à la nourriture des parties.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

I.

C'Est une opinion aſſez établie, que la Bile contenue dans la Véſicule du Fiel, a été filtrée dans cette Véſicule même par des Glandes répandues dans l'intérieur de cette cavité: mais ces Glandes ſont plutôt ſuppoſées que vues & démontrées, & ſi on donne ce nom à des eſpeces de grains qu'on voit quelquefois, il n'eſt nullement ſûr que ces grains ſéparent la Bile, puiſqu'ils manquent dans la plupart des Sujets qui ont ces Viſceres ſains & exempts d'obſtruction. Quand on a été bien convaincu que ces Glandes n'exiſtoient point, on a imaginé des Vaiſſeaux, des Conduits, qui alloient ramaſſer dans la ſubſtance du Foye toutes les gouttes éparſes de Bile

Bile qu'il contenoit, & les conduiſoient juſqu'à la ſurface intérieure de la cavité de la Véſicule où ils s'ouvroient, pour les verſer enſuite dans cette cavité; mais ces Conduits ne ſont pas plus démontrés que les Glandes, & il ſeroit difficile d'accorder ni les uns ni les autres avec un fait que M. Lieutaud, Médecin à Aix, & Correſpondant de l'Académie, a écrit à M. Winſlow.

Il a trouvé dans un Cadavre, qu'il diſſéquoit, la Véſicule du Fiel ſi diminuée de volume, ſi reſſerrée, qu'il ne crut pas d'abord que ce fût cette Véſicule. Son Col étoit bouché par une portion d'un corps noirâtre, à-peu-près ſphérique, de 5 lignes de diametre, formé par couches, & de la nature des Pierres qui ſe trouvent aſſez ſouvent dans la Véſicule; l'autre portion de ce corps, & la plus groſſe, étoit engagée dans une poche faite par l'écartement des deux Membranes dont la Véſicule eſt compoſée. Celle-là ne contenoit que quelques gouttes d'une eau fort claire. Ses parois qui étoient très blanches, paroiſſoient n'avoir jamais renfermé de Bile; & les parties voiſines, ordinairement teintes en jaune, ne l'étoient point du tout. Le Canal Cyſtique & le Pore Biliaire étoient fort dilatés, & ce Canal étoit rempli de Bile juſqu'à en être engorgé. Le Foye étoit très beau, bien conformé, ſans aucune obſtruction.

Si des Glandes ſéparoient la Bile dans la Véſicule, ou ſi des Vaiſſeaux l'y apportoient, tout cela ſe ſeroit fait dans la Véſicule, quoique bouchée par ſon col. Cet accident ſingulier, accompagné de ſes circonſtances, doit

doit donner des vues pour découvrir d'où viendra la Bile. Il paroît déja qu'il faut qu'elle paſſe par le col de la Véſicule.

II.

Le même M. Lieutaud ouvrant le Cerveau d'une fille de 18 ans, morte dans une frenéſie cauſée par de violens maux de tête, trouva cette partie bien conſtituée, à cela près qu'elle étoit un peu trop molle ; mais les Ventricules étoient extrêmement dilatés, & contenoient au moins deux livres d'une liqueur fort claire.

III.

Encore une obſervation du même. Un homme avoit un mal de tête très violent, avec de la fievre. Il touſſoit, & crachoit du pus, & l'on ne douta pas qu'il n'eût un abſcès dans le Poumon. Il mourut en peu de tems. M. Lieutaud lui trouva le Poumon fort ſain, tout le mal étoit à la tête, où les Sinus Sphénoïdaux, Frontaux & Maxillaires étoient remplis de pus au point de n'en pouvoir contenir davantage.

IV.

Un homme de 50 ans, très connu dans Amſterdam, aſſez ſanguin & un peu mélancolique, ayant eu une Hémiplégie dont il eſt très bien revenu, ſujet depuis pluſieurs années à la Gravelle, dont il lui eſt arrivé de

rendre près d'une once à la fois, fut tout-à-coup, après un violent exercice de corps, saisi d'une rétention d'Urine qui lui causoit de vives douleurs jusqu'à l'extrémité de l'Uretre. Au bout d'un peu de tems il sortit de ce Canal un corps noirâtre, de la grosseur d'une plume d'Oye, & de la figure d'un Ver, qui ayant été tiré doucement, fut suivi de la décharge de l'Urine mêlée avec beaucoup de sang. Il étoit long de 20 pouces. Un quart d'heure après il en vint un second long d'une aune, & depuis ce tems-là, pendant quatre jours & quatre nuits, il est toujours venu de demi-heure en demi-heure de pareils corps, inégaux en longueur, dont le plus long a jusqu'à 12 aunes. C'est visiblement du Sang auquel l'Uretre a servi de Filiere: il sort très brun, & devient plus vif en couleur, dès qu'il est exposé à l'air. Sa superficie reprend par nuances successives sa couleur naturelle, & la conserve ensuite dans l'Esprit de vin; de plus ce sang y acquiert une grande ténacité. Ces faits ont été écrits à M. du Fay par M. Tronchin, Médecin du Malade.

V.

On sait que le Trou Ovale a une Valvule, qui dans le Fœtus laisse passer le Sang d'une Oreillette du Cœur dans l'autre, & qui après la naissance de l'Enfant se colle peu à peu à la circonférence de ce Trou, & ne permet plus cette communication qui étoit entre les deux Oreillettes. M. Hunauld a fait voir à l'Académie le Cœur d'un Sujet de 50 ans, où

cette

cette Valvule collée exactement, comme elle le devoit être, à la circonférence du Trou Ovale, étoit percée dans ſon milieu d'une ouverture d'environ 3 lignes de diametre, & par conſéquent donnoit au Sang un paſſage d'une Oreillette dans l'autre, auſſi libre qu'avant la naiſſance, ſi elle avoit toujours été collée, & preſque auſſi libre, ſi elle ne l'avoit pas toujours été. L'ouverture de la Valvule n'avoit été produite ni par un déchirement, ni par une ſuppuration, & cela ſe reconnoiſſoit facilement à ſon rebord. Il eſt néceſſaire que le Trou ovale ſoit ouvert dans le Fœtus qui ne reſpire pas, mais il n'eſt pas ſi néceſſaire qu'il ſoit fermé quand on reſpire.

V I.

M. Hunauld a fait voir auſſi à l'Académie le Cœur d'une femme de 30 ans, où les Valvules de l'Oreillette gauche étoient collées les unes avec les autres, & ne laiſſoient qu'une ouverture très médiocre au milieu du plan formé par leur réunion. Le Sang venu du Poumon dans cette Oreillette, ne paſſoit donc de là dans le Ventricule qu'avec difficulté, & par cette raiſon l'Oreillette forcée à s'étendre pour contenir beaucoup de Sang, étoit devenue plus grande qu'elle ne doit être naturellement. Il y avoit des points, de petits commencemens d'Oſſification, en différens endroits des Valvules réunies. La femme dont il s'agit étoit morte Phtiſique; le Poumon devoit ſe ſentir de la difficulté qu'avoit le Sang à entrer dans le Ventricule gau-

che. M. Hunauld a dit qu'il avoit obſervé à-peu-près la même réunion des Valvules de l'Oreillette droite dans une Fille de 13 ou 14 ans.

VII.

Tout le monde ſait qu'il ſe trouve beaucoup de variétés dans la diſtribution des Vaiſſeaux, même dans les Troncs les plus conſidérables: en voici une que M. Hunauld a encore vue. L'Aorte dans ſa courbure donnoit d'abord un Tronc commun, qui ſe diviſoit bien-tôt pour former les deux Carotides; enſuite partoit la Souclaviere gauche, & un peu plus bas partoit la Souclaviere droite, mais de la partie poſtérieure de l'Aorte, d'où elle ſe réfléchiſſoit derriere le Tronc commun des Carotides pour gagner le côté droit, & fournir enſuite de ce côté-là ſes Rameaux à l'ordinaire.

VIII.

Un homme, dont la ſanté avoit paru toujours égale juſqu'à l'âge de 33 à 34 ans, devint ſujet aux vapeurs. Elles ne furent pas violentes pendant 18 ans, mais il s'y joignit des palpitations de cœur dont il fut incommodé juſqu'à ſa mort, qui arriva deux ans ou deux ans & demi après.

Ces palpitations, legeres dans les commencemens, devinrent ſi fortes dans la ſuite, que l'agitation ſe communiquoit aux Côtes, & étoit ſenſible aux yeux lors même que le Malade étoit habillé.

Si

Si l'on appliquoit la main à la région du Cœur, on la ſentoit ſe ſoulever conſidérablement. Les Arteres avoient leur battement proportionné à celui du Cœur, les Veines des parties ſupérieures étoient fort gonflées.

Les derniers jours de ſa vie, ſes jambes s'enflerent, & il devint Hydropique. M. de la Faye, Maitre Chirurgien de Paris, en ouvrant ſon cadavre, trouva la Poitrine & le Bas-ventre pleins d'eau, les Poumons ſains, mais affaiſſés, l'Epiploon fondu, les Inteſtins dans leur état naturel, le Foye & la Ratte ſains, mais un peu plus gros qu'ils ne devroient être, le Pancréas très gros, très dur & ſquirreux, les Veines de l'Eſtomac fort groſſes & remplies de ſang, ainſi que celles des extrémités ſupérieures. Le Cœur peſoit plus de deux livres, il étoit ſi gros qu'il rejettoit vers la partie ſupérieure de la Poitrine le Lobe gauche du Poumon; il avoit à ſa baſe 15 à 16 pouces de circonférence; ſes deux Ventricules étoient pleins de ſang caillé, le droit étoit à peu-près de la grandeur ordinaire, mais le gauche qui devoit être plus petit que le droit, étoit ſi dilaté qu'il pouvoit contenir une chopine de liqueur, meſure de Paris, cependant ſes parois n'avoient pas perdu leur épaiſſeur. Le Péricarde étoit un peu épais, exactement appliqué au Cœur; il avoit ſur ſa ſuperficie, du côté des Côtes, une Tumeur groſſe comme un petit œuf, & pleine de ſang caillé. L'Aorte étoit oſſifiée à l'endroit où elle ſort du Ventricule gauche; tous les autres Vaiſſeaux qui ſortent

de la baſe du Cœur étoient dans leur état naturel.

M. de la Faye regarde la dilatation extraordinaire du Ventricule gauche de ce Cœur comme un Anevriſme de cette partie, & cette obſervation fournit une nouvelle preuve à ce qui a été écrit ſur cette Maladie par Lanciſi & par M. Morand.

IX.

M. Morand a fait voir à la Compagnie le Cœur d'un Soldat mort à l'Hôpital de la Charité, d'un coup d'Epée à la partie antérieure latérale gauche de la Poitrine. Il fut trois jours ſans aucun accident grave; le 4me jour de la bleſſure, il eut de la fievre, & une fort grande difficulté de reſpirer. Malgré tous les ſecours qui lui furent donnés, il mourut, ayant vêcu 9 jours & 4 heures après ſa bleſſure.

On ouvrit le cadavre, on vit que le coup d'Epée qui entroit au-deſſous du Mamelon gauche, dans la Poitrine, entre la 5me & la 6me des vrayes Côtes à deux travers de doigt du Sternum, perçoit le Péricarde à ſa partie antérieure, traverſoit le Ventricule droit du Cœur à ſa partie inférieure près ſa pointe, perçoit le Péricarde à la partie oppoſée, le Diaphragme & le Foye à un pouce de profondeur. Il y avoit du Sang dans le Péricarde, un petit caillot de Sang dans la playe du Cœur, & environ trois demi ſeptiers d'une ſéroſité purulente dans chaque côté de la

la Poitrine. Il eſt étonnant qu'un homme ait pu vivre ſi longtems le Cœur bleſſé.

X.

M. Zampollo, Chirurgien de M. le Duc de Guaſtalla, a écrit à M. Morand le fait ſuivant, dont il citoit pluſieurs témoins.

Domenica B . . . fille de baſſe condition, âgée d'environ 20 ans, couchoit avec une autre fille qui auroit voulu faire avec elle des fonctions dont elle étoit incapable. Elle ſe ſervit d'une groſſe Aiguille d'Os à tête, de la longueur d'un doigt, qui dans une action particuliere entre les deux compagnes, entra par l'uretre de Domenica, & tomba dans la Veſſie. Peu de jours après, Domenica commença à n'uriner que goutte à goutte, & avec de très grandes douleurs. La honte de déclarer ſon avanture lui fit cacher ſon mal pendant cinq mois, mais enfin maigriſſant & ayant de la fievre, elle eut recours à un Chirurgien, qui ayant introduit le doigt dans le Vagin, & ayant ſenti une dureté, découvrit avec un inſtrument un bout de l'Aiguille, emporta les matieres pierreuſes qui étoient à l'entour, & crut avoir fait une belle opération; mais la Malade continuant d'être dans le même état, & n'ayant eu par cette manœuvre aucun ſoulagement, M. Zampollo fut appellé.

Il introduiſit la Sonde dans la Veſſie, qui étoit déchirée & ulcérée du côté du Vagin, & il ſentit un corps dur; pour ſoulager les vives douleurs, il fit prendre à la Malade

beaucoup d'Huile d'Olive, & quelques jours après la pierre qui s'étoit formée autour de l'Aiguille parut à l'orifice du Vagin par le trou fait à la Veſſie, & on la tira avec la main ſans l'aide d'aucun inſtrument.

La fille ne ſouffre plus, elle marche & travaille; mais elle a une incontinence d'Urine, & de tems en tems de légeres inflammations dans ces parties.

NOus renvoyons entierement aux Mémoires

* La Deſcription Anatomique de l'Oeil du Cocq-d'Inde par M. Petit le Médecin.

† Deux Obſervations Anatomiques de M. Winſlow, la prémiere ſur une Contorſion involontaire de la Tête, la ſeconde ſur une roideur douloureuſe au Col, &c.

‡ L'Examen de quelques parties d'un Singe par M. Hunauld.

* V. les M. p. 163. † pag. 407.
‡ pag. 516.

CHIMIE.

CHIMIE.

SUR LE SEL ARMONIAC. *

NOUS avons dit en 1720 † comment l'origine inconnue du Sel Armoniac, qui nous vient du Levant, avoit été conjecturée par M. Geoffroy en 1716, & comment deux Relations d'Egypte nous avoient enſuite appris qu'il avoit deviné juſte. Le Sel Armoniac eſt formé de la Suye de Bouſe de Vache qu'on brule au-lieu de bois. Il eſt incertain ſi on y ajoute du Sel Marin, il y a plus d'apparence que non, car il n'y eſt point néceſſaire. Le Sel Armoniac eſt un Sel concret, dont on ſait très certainement que l'Acide eſt celui du Sel Marin, & l'Alkali un Alkali volatil urineux, tous deux provenus de la Bouſe brulée & élevée en Suye.

Si l'on veut tirer du Sel Armoniac ſon Acide de Sel Marin, on employe un Acide Vitriolique reconnu pour plus puiſſant que celui du Sel Marin; il enleve à cet Acide par ſa ſupériorité de force l'Alkali qui étoit ſa *baſe* ou ſa *matrice*, il en fait la ſienne, & l'Acide du Sel Marin, alors dégagé & libre, paſſe dans la diſtillation.

Si au contraire on veut tirer du Sel Armoniac

* V. les M. p. 141. 563. & 652.
† pag. 62. & ſuiv.

niac ſon Alkali volatil, on employe des ſubſtances Alkalines qui agiſſent ſur ſon Acide de Sel Marin, qui l'abſorbent & le retiennent, & auſſi-tôt l'Alkali s'envole à la moindre chaleur.

Cet Alkali qui s'eſt envolé, peut paroitre dans le Vaiſſeau Sublimatoire ſous deux formes différentes, ou en forme liquide, & alors c'eſt un *Eſprit*, ou en forme ſeche & de Sel concret; quelquefois il paroît ſous toutes les deux, c'eſt-à-dire, qu'une partie de cette matiere alkaline ſublimée eſt ſous une de ces formes, & l'autre partie ſous l'autre. C'eſt ſur quoi roulent une grande partie des expériences de M. du Hamel, qui a beaucoup travaillé ſur le Sel Armoniac.

On a déja vu en 1721 * une petite Théorie qui montre la poſſibilité des deux formes ſous leſquelles les Alkali urineux du Sel Armoniac monteront dans la diſtillation; mais tout ce ſujet va être traité plus amplement d'après M. du Hamel.

Il faut pour tirer du Sel Armoniac, l'Alkali, qui en eſt la partie la plus précieuſe & la plus recherchée, diſtiller ce Sel avec un intermede alkalin qui arrête ſon Acide, & par conſéquent les plus puiſſans Alkali; les plus fixes, ſeront les meilleurs pour cette opération. M. du Hamel a employé le Sel de Tartre, le Sel de Soude, la Craye, la Chaux. Tous ces intermedes, hormis la Chaux, donnent le Sel volatil urineux en forme ſeche. Il n'y a pas lieu de s'étonner de cette forme

* pag. 45. & ſuiv.

me, ces ſubſtances naturellement privées d'humidité, avoient encore été deſſechées avant l'opération.

Mais ce qui pourroit ſurprendre un peu, c'eſt qu'elles ayent quelquefois donné plus d'Alkali volatil qu'il n'y avoit de poids de Sel Armoniac, dont cependant cet Alkali étoit ſorti, ſans compter qu'il devoit être reſté au fond du Vaiſſeau tout l'Acide retenu par l'intermede, & qui avoit fait partie du poids total du Sel Armoniac. Nous avons cru en 1723 * que la grande quantité de Sel volatil que M. Tournefort, & encore plus M. Geoffroy, avoient tirée du Sel Armoniac, étoit fort remarquable, parce qu'elle approchoit beaucoup de celle de ce Sel mis en diſtillation; ici elle va au-delà. On imaginera ſans peine qu'il faut que le Sel urineux ſoit aſſez volatil pour enlever avec lui quelque portion de ſon intermede, quelque fixe qu'il puiſſe être.

Reſte à ſavoir pourquoi la Chaux eſt la ſeule matiere de ſon eſpece, qui employée dans la diſtillation du Sel Armoniac pour intermede, faſſe monter le Volatil urineux en forme liquide, en Eſprit. Il en monte peu, & rien en forme ſeche, & s'il ne monte rien en forme liquide, ce qui arrive quelquefois, il ne monte abſolument rien, au-lieu qu'avec les autres intermedes il peut monter plus que le poids du Sel Armoniac.

On ſait que ce qui s'appelle un Eſprit, ce ſont des Sels qui ont été diſſous par une Eau, du moins par quelque humidité de la matiere miſe

* pag. 51. & ſuiv.

miſe en diſtillation, & qui en montant, ont emporté leur diſſolvant avec eux. La Chaux, quoique privée d'humidité par l'opération qui l'a rendue Chaux, en a pu conſerver aſſez pour fournir au peu d'Eſprit que l'on tire en l'employant; & quand on n'en tire point, c'eſt qu'elle a été parfaitement deſſéchée. En effet on n'a qu'à l'arroſer d'Eau, & il viendra beaucoup plus d'Eſprit, & avec tant de facilité, que le moindre feu y ſuffira.

Mais enfin tout cela n'explique point encore pourquoi la Chaux differe des autres intermedes, en ce qu'elle ne fait rien monter en forme ſeche. M. du Hamel repréſente que par ſa formation non ſeulement elle eſt dépouillée d'Acides, & dénuée d'humidité, mais encore des parties graſſes qu'elle pouvoit avoir, ſoit par les Coquillages dont elle auroit été faite, ſoit par le Bitume naturel des Pierres, qu'elle eſt extrêmement avide de reprendre tout ce qu'elle a perdu, qu'elle s'eſt chargée d'une infinité de particules de feu, qu'avec ces particules elle peut agir ſur la matiere urineuſe, & par conſéquent graſſe, qui eſt en ſi grande abondance dans le Sel Armoniac, ſoit qu'elle ſe l'uniſſe intimement, & de maniere à ne la plus laiſſer échapper, ſoit qu'elle la décompoſe, & en quelque ſorte la brule. Ce qui paroît confirmer beaucoup cette conjecture, c'eſt que M. du Hamel ayant pris 4 Gros d'Eſprit urineux tiré du Sel Armoniac par la Chaux, & l'ayant mis en diſtillation ſur 1 Gros d'autre Chaux, il a eu un peu de Sel volatil concret. Cette Chaux en ſi petite

tite quantité par rapport à celle de la graiſſe de l'Eſprit urineux dont on l'avoit *ſaoulée*, n'avoit plus été en état d'empêcher que de l'Eſprit qu'on avoit verſé il ne ſe formât un peu de Sel en forme ſeche. Il eſt aiſé de conclurre avec M. du Hamel, que par la Chaux même on tireroit du Sel Armoniac un Sel volatil en forme concrete, pourvu que la quantité du Sel Armoniac fût plus grande juſqu'à un certain point que celle de la Chaux.

L'Eſprit & le Sel volatil concret étant tous deux tirés du Sel Armoniac, il eſt clair que l'Eſprit ſera le plus pénétrant, & aura le plus d'odeur. Il n'eſt point lié comme le Sel à une matiere naturellement fixe, & il peut plus aiſément aller frapper l'Odorat en ſe dégageant du fluide qui le porte.

Le Sel en forme ſeche eſt ſi volatil, que mis ſur la Pêle rouge, il ſe diſſipe entierement, quelque fixes que ſoient les matieres où il a été incorporé. Il eſt toujours plus volatil qu'elles ne ſont fixes, & il les emporte avec lui. Quoique par cette expérience il paroiſſe aſſez que l'union qu'il a contractée avec ces matieres eſt la plus intime qu'il ſe puiſſe, & la plus propre pour faire un Sel véritablement concret, M. du Hamel n'a pas laiſſé de s'en aſſurer encore par d'autres expériences. Il a éprouvé auſſi que cette union étoit très difficile à rompre, que ce Sel concret ne ſe décompoſe preſque pas.

Il n'eſt pas indifférent avec quels intermedes on diſtille le Sel Armoniac. Il faut ſurtout qu'ils ne contiennent ni Acide Nitreux, ni Acide Vitriolique. Le prémier rencon-

trant la partie graſſe & ſulphureuſe du Sel Armoniac, pourroit faire une détonation, & caſſer les Vaiſſeaux; le ſecond, qui eſt encore plus dangereux, pourroit dégager une portion du Sel Marin qui ſe rejoindroit au Sel volatil où il ne doit pas entrer, & de plus il formeroit avec la matiere graſſe un Souphre volatil d'une odeur très deſagréable, qu'il eſt bon de ne pas laiſſer, ſi on peut, à un Remede. Le Bol a un Acide vitriolique, & eſt par conſéquent à rejetter. Le Gipſe a donné une liqueur fumante d'une odeur inſupportable. Enfin ſans entrer dans un plus long dénombrement, le Sel de Soude, & ſur-tout la Craye, ſont les deux intermedes dont M. du Hamel s'eſt le mieux trouvé, encore faut-il du choix à la Craye; & n'en faut-il pas à tout, quand on ſe propoſe d'approcher de la perfection?

SUR LES VITRIOLS.[a]

QUELLE matiere a été plus entre les mains des Chimiſtes, plus examinée, plus tourmentée par eux, que le Vitriol, & toutes ſes eſpeces? Cependant M. Lémery trouve encore ſur ce ſujet de nouvelles obſervations à faire, & une Théorie preſque toute nouvelle à établir.

Tout Vitriol eſt un Sel moyen ou concret formé de deux principes, dont l'un eſt un Acide

[a] V. les M. p. 356. & 523.

Acide nommé *vitriolique*, parce qu'on le reconnoit par ſes effets pour différent des autres Acides, l'autre eſt une baſe qui le porte, une matrice où il eſt engagé. Il ne s'agit que de déterminer quelle eſt cette baſe ou matrice, & quelles ſont les circonſtances de ſon union avec l'Acide, car pour l'Acide lui-même il eſt bien aiſé à connoitre, & bien connu.

Certainement le Vitriol vert a pour baſe une matiere ferrugineuſe. Nous avons expliqué aſſez au long en 1707 *, d'après M. Lémery, comment l'Encre ſe fait de cette matiere. La baſe du Vitriol bleu ou de Cypre eſt du Cuivre. Ce n'eſt pas qu'il ſoit ſûr que ces baſes ne contiennent que du Cuivre ou du Fer, mais il l'eſt du moins que ces Métaux y dominent, & que les deux Vitriols en donnent l'indice par leur différente couleur. Si un Vitriol avoit une couleur qui tînt également du vert & du bleu, ou s'il avoit du vert & du bleu ſéparés, on ſeroit bien fondé à juger qu'il contiendroit du Fer & du Cuivre.

Il y a un Vitriol rouge, qu'on appelle *Chalcitis*. Il eſt rare & cher. M. Lémery n'en ayant eu qu'en trop petite quantité pour en pouvoir faire pluſieurs expériences différentes, en fit fondre ſucceſſivement au Miroir de feu M. le Duc d'Orléans quelques petits morceaux qui étoient d'un rouge brun, & tous devinrent des boules noires d'un Fer ſi véritablement Fer, que le Couteau aimanté

* pag. 50. & ſuiv.

té les attiroit. Ainſi le vert & le rouge du Vitriol annoncent également le Fer.

Un autre morceau de Chalcitis mêlé de rouge, de jaune, de vert, de blanc, a été le ſujet & d'opérations & de réflexions plus curieuſes. M. Lémery en a ſéparé les parties de différentes couleurs autant qu'il l'a pu, il a verſé ſur toutes de la décoction de Noix de Galle, & toutes ont donné à l'inſtant de l'Encre d'un beau noir & du même noir, marque indubitable de Fer également dominant malgré la différence des couleurs.

Sur cela M. Lémery a eu une penſée qui ne doit pas être paſſée ſous ſilence. Le Vitriol le plus vert étant calciné, devient blanc, &, comme on le peut bien juger, il n'en conſerve pas moins ſon Fer. Si on pouſſe encore la calcination, il prend du jaune, & enfin du rouge. Il y a donc beaucoup d'apparence que le Chalcitis dont il s'agit, qui étoit naturel, avoit reçu dans le Laboratoire de la Nature, une calcination inégale ſelon que ſes différentes parties avoient été par elles mêmes différemment diſpoſées à la recevoir, ou différemment expoſées à l'action du feu ſouterrain. Il étoit originairement vert en ſon entier, & il eſt aiſé de voir ce qui devoit être arrivé par la calcination naturelle. Cette conjecture devient un fait par les expériences de M. Lémery : il a calciné de nouveau quelques parties blanches de ſon Chalcitis, & elles ont pris le jaune & le rouge, qui ſont les derniers états de couleur pour elles.

Il eſt à remarquer que c'eſt l'Eau contenue dans

dans le Vitriol vert, qui lui donne cette prémiere couleur par la grande quantité qui s'en trouve dans ce Minéral. Auroit-on cru qu'elle fait ſeule plus de la moitié de ſon poids? comment peut elle s'y cacher ſi bien à nos ſens? c'eſt pourtant un fait très avéré. Que l'on diminue juſqu'à un certain point, par la calcination, cette quantité d'Eau contenue dans le Vitriol, il devient blanc; & ſi on veut qu'il redevienne vert, on n'a qu'à lui rendre, en le diſſolvant, l'Eau qu'il a perdue. Cette alternative de blancheur & de verdeur durera avec l'alternative de calcination & de diſſolution, juſqu'à ce qu'enfin le Vitriol ſe décompoſe, & devienne indiſſoluble à l'Eau, parce que ſes Acides qui ſeuls ſe diſſolvoient, ſe ſont dégagés de leur baſe ferrugineuſe en aſſez grande quantité. Cependant il y en reſte encore aſſez pour la faire paroître ſous la forme d'une Rouille jaune ou rouge, qui n'eſt pas alors attirable par l'Aiman, & ne le devient qu'après avoir perdu par un feu de fonte le reſte de ſes Acides, & pris une couleur noire.

De ce que le Vitriol vert devient blanc par la ſeule ſouſtraction d'une partie de ſon Eau, & n'en eſt pas moins Vitriol, il ſuit qu'il y aura un Vitriol naturel originairement blanc, pourvu qu'il ait été calciné en blancheur dans les entrailles de la Terre, ou qu'il ne ſoit entré dans ſa premiere formation qu'une quantité d'Eau trop petite pour aller juſqu'au vert. C'eſt de quoi la Chimie peut s'aſſurer parfaitement L'Huile de Vitriol & l'Eſprit de Vitriol contiennent l'un & l'autre l'Acide qui pénè-

pénétre le Fer, & le change en Vitriol; mais l'Huile le contient très concentré, très peu mêlé de parties aqueuſes, & l'Eſprit au contraire. L'Huile verſée ſur de la limaille de Fer en fait un Vitriol blanc & ne le fait que lentement, l'Eſprit en fait un Vitriol vert, & promptement. La différente quantité de parties aqueuſes ne fait pas ſeulement à la couleur, mais à la vivacité de l'action des Acides.

On pourra donc aiſément faire du Vitriol blanc auſſi-bien qu'un vert, & la Nature en fait auſſi un tout-à-fait ſemblable; mais ce Vitriol blanc naturel n'eſt pas le plus commun, M. Lémery a même fait voir qu'il étoit fort rare, & que le Vitriol blanc naturel ordinaire & fort commun différoit du prémier, 1° parce qu'avec la Noix de Galle le prémier fait une Encre très noire, & que le ſecond en fait une qui n'eſt que brune. 2° Parce que le prémier Vitriol blanc naturel fondu dans l'Eau, & cryſtalliſé enſuite de l'évaporation de la liqueur juſqu'à pellicule, n'eſt plus blanc, mais vert; au-lieu que le ſecond Vitriol blanc naturel diſſous dans l'Eau, & ſéparé de même du liquide par l'évaporation, ſe retrouve toujours dans le même degré de blancheur qu'il avoit avant ſa diſſolution. 3° Parce que quand on verſe de l'Huile de Tartre par défaillance ſur une diſſolution du prémier Vitriol blanc dans l'Eau, il ſe fait auſſi-tôt un *Coagulum* verdâtre, au-lieu qu'il s'en fait un blanc avec l'Huile de Tartre verſée ſur la ſolution du ſecond Vitriol blanc.

M. Lémery rend raiſon de ces différences par

par la grande quantité d'Alun qui ſe trouve naturellement mêlé avec du Vitriol de Mars dans le Vitriol blanc ordinaire ; & ce que l'analyſe lui a fait découvrir ſur la doſe d'Alun contenue dans ce Vitriol blanc naturel, d'où naiſſent les propriétés expérimentales de ce Vitriol, la voye de la compoſition le lui a auſſi parfaitement manifeſté : car en mêlant une certaine quantité de Vitriol de Mars & d'Alun, il en réſulte un tout qui avec la Noix de Galle & l'Huile de Tartre par défaillance, eſt parfaitement ſuſceptible des mêmes effets que le Vitriol blanc ordinaire, ou le ſecond Vitriol blanc naturel.

S'il y a de l'Alun dans ce ſecond Vitriol blanc, pourquoi n'y en auroit-il pas auſſi dans les autres eſpeces de Vitriols naturels? C'eſt auſſi ce que les expériences de M. Lémery lui ont fait appercevoir ſur les Vitriols d'Angleterre & d'Allemagne ; mais il a remarqué que le Vitriol blanc naturel contenoit beaucoup plus d'Alun que ceux d'Angleterre & d'Allemagne, qui ſont des Vitriols verts, & que celui d'Allemagne en contenoit plus que celui d'Angleterre.

L'Alun ſe décompoſe plus difficilement par la diſtillation, que le Vitriol. Ainſi lorſque dans un Mixte formé de Vitriol & d'Alun, le Vitriol s'eſt décompoſé, que ſon Acide, du moins pour la plus grande partie, a quitté ſa baſe ferrugineuſe, qu'il ne reſte que la Tête-morte du Vitriol, ou le *Colchotar*, qui n'eſt plus alors diſſoluble, on trouve encore de l'Alun en ſon entier, & qui a toujours conſervé ſa ſolubilité dans l'eau ; mais ce n'eſt

n'eſt pas là tout ce qu'il y en avoit dans le prémier Mixte: car dans le même tems que tout le Vitriol s'eſt décompoſé, il s'eſt décompoſé auſſi une certaine portion de l'Alun, & la Tête-morte de cette portion eſt confondue dans le Colchotar. On ne ſait donc pas préciſément quelle étoit dans le Mixte la doſe de l'Alun par rapport à celle du Vitriol. Pour le ſavoir avec plus d'exactitude, M. Lémery a décompoſé pendant le même tems, & au même feu, deux quantités égales d'Alun pur & de Vitriol de Mars pur. L'opération étant finie pour le Vitriol, elle ne l'étoit pas encore pour l'Alun, il en reſtoit, par exemple $\frac{1}{4}$, qui n'étoit pas encore décompoſé: en voilà aſſez pour donner une proportion par laquelle on jugera combien dans le Mixte où il entre de l'Alun & du Vitriol, il s'eſt décompoſé d'Alun pendant l'entiere décompoſition du Vitriol, & combien il faut par conſéquent ajouter d'Alun à ce qui en eſt reſté d'entier & de non décompoſé, pour avoir ſa quantité totale. Il ſe trouve par cette méthode, que le Vitriol d'Allemagne contient près de trois fois plus d'Alun que le Vitriol d'Angleterre, & près de deux fois moins que le Vitriol blanc. Si le Vitriol d'Angleterre en a 1, celui d'Allemagne en a à-peu-près 3, & le Blanc 6.

Dans le Vitriol d'Angleterre, l'Alun eſt au Vitriol comme 1 à 16, ou en eſt $\frac{1}{16}$, de ſorte qu'il eſt $\frac{1}{17}$ du Vitriol d'Allemagne, & $\frac{1}{18}$ ou $\frac{1}{8}$ du Blanc. On peut être ſurpris, non pas qu'un mêlange ſi fort ſe trouve dans un Mixte formé en quelque ſorte au hazard dans

dans les entrailles de la Terre, mais que ce mêlange ait été si longtems ignoré. On ne soupçonnoit pas non plus l'Alun du Vitriol d'Allemagne, ni de celui d'Angleterre.

La nature de ces trois Vitriols étant mieux connue, les différens accidens qui leur doivent arriver se peuvent assez prévoir. La décoction de Noix de Galle fera un plus beau noir sur le Vitriol d'Angleterre que sur les deux autres, peut-être cependant égal sur celui d'Angleterre & sur celui d'Allemagne, parce que la différence n'en sera pas assez sensible aux yeux, mais toujours surement plus beau sur le Vitriol d'Angleterre que sur le Blanc. L'Huile de Tartre blanchit la Solution d'Alun, & en précipite une matiere blanche & terreuse, & avec le Vitriol qui n'a que du Fer, elle fait un *Coagulum* verdâtre: il est aisé de voir ce qu'elle fera avec un Mixte composé d'Alun & de Vitriol, & cela selon les différentes doses de ces deux Mineraux.

Le Mixte peut encore être plus composé que nous ne l'avons imaginé jusqu'ici. Il peut contenir du Vitriol bleu avec le vert, c'est-à dire du Fer & du Cuivre. Autant que le Fer pris intérieurement est utile, autant le Cuivre, de l'avis unanime des Médecins, est nuisible. Il y a donc bien plus que de la curiosité à rechercher soigneusement le Vitriol bleu qui peut être caché dans les Vitriols que l'on employe en Médecine, & à ne l'y pas laisser inconnu: mais M. Lémery n'a presque fait encore qu'effleurer très legerement ce dernier sujet, & promettre qu'il le traitera.

SUR

SUR LES EAUX DE FORGES *.

UNE occaſion, où il s'agiſſoit d'une ſanté extrêmement précieuſe, a mis M. Boulduc en état de ſe faire apporter à Paris, avec toute la diligence poſſible, une auſſi grande quantité d'Eaux de Forges qu'il voudroit, & de les examiner avec tout le ſoin que méritoit un Remede auquel on a ſi ſouvent recours, & encore plus l'auguſte Perſonne qui en uſoit.

On a vu en 1726 † & en 1729 ‡ ce que M. Boulduc avoit fait ſur les nouvelles Eaux de Paſſy près de Paris, & ſur celles de Bourbon-l'Archambaut. Tout ſon art de les examiner, conſiſtoit à ſéparer ſi délicatement les différentes matieres contenues dans ces Eaux qu'elles fuſſent conſervées en leur entier, ou le moins altérées qu'il fût poſſible ; enſuite à les conſidérer chacune à part, & à conclurre, quand il le falloit, de celles qu'il voyoit celles qu'il ne pouvoit voir, mais qui leur étoient néceſſairement liées. Il a voulu tenir, à l'égard des Eaux de Forges, la même conduite dont il s'étoit bien trouvé ; mais ſes prémieres tentatives ne lui ayant pas aſſez réuſſi, il n'a appliqué d'abord ſa méthode qu'à un Sédiment que laiſſe dans ſon Canal ou *Rigole* l'Eau de la Source appellée *la*

* V. les M. p. 601.
† p. 42. & ſuiv.
‡ p. 29. & ſuiv.

la Royale, qui eſt la ſeule ſur laquelle il ait opéré. Ce Sédiment eſt un amas confus de toutes les matieres que l'Eau avoit emportées avec elle, & qui s'en étoient ſéparées d'elles-mêmes, parce qu'elles ne pouvoient ſuivre ſon cours juſqu'au bout. C'eſt une prémiere opération déja faite par la Nature, & épargnée à l'Art.

Ce Sédiment, ſéché ſeulement à l'air, a fait voir qu'il contenoit des parties ferrugineuſes que le Couteau aimanté attiroit. Des Acides ſoit Végétaux, ſoit Minéraux, verſés ſur ce même Sédiment, ont cauſé une fermentation aſſez vive: donc ils y rencontroient une matiere Alkaline & abſorbante. Après la fermentation il a paru une concrétion cryſtalline & particuliere, qui a été reconnue pour être formée de ces mêmes particules ou Sels de Sélénite, qu'on trouve auſſi dans les Eaux de Paſſy & de Bourbon *. Voilà trois connoiſſances bien ſures, qui n'ont preſque rien coûté à M. Boulduc, trois eſpeces de points fixes auxquels il a dirigé les recherches qu'il a faites enſuite ſur les Eaux mêmes; car il devoit y trouver ce qu'il avoit déja vu, & n'y rien trouver qui ne s'accordât avec ce qu'il avoit vu.

Le Fer inviſible dans l'Eau, y étoit donc diſſous très finement, & il n'y pouvoit être ſous cette forme à moins que d'y avoir été apporté dans un Vitriol dont l'Eau s'étoit chargée. Les matieres Alkalines & abſorbantes

* *V. les endroits cités ci-deſſus.*

tes contenues auſſi dans l'Eau, avoient enlevé à ce Vitriol ſon Acide, & en avoient privé le Fer, qui n'étoit plus que du Fer extrêmement atténué. Le Vitriol décompoſé n'étoit plus dans l'Eau ſous la forme de Vitriol, quoique ce qui l'avoit compoſé y fût encore; il n'avoit plus l'odeur ni la ſaveur qu'on lui connoit. L'Acide Vitriolique s'étant uni à une certaine Terre, avoit fait la Sélénite, qui n'eſt auſſi difficile à diſſoudre qu'elle l'eſt, que parce que la quantité de la Terre eſt fort grande par rapport à celle de l'Acide. S'il ſe trouve dans l'Eau un Sel de Glauber, comme il s'en trouve en effet dans l'Eau de Forges, auſſi-bien que dans les autres dont nous avons parlé, c'eſt que ce même Acide Vitriolique aura rencontré une baſe de Sel Marin; & s'il a rencontré cette baſe, il y avoit apparemment dans cette Eau du Sel Marin décompoſé, & on y découvre effectivement du Sel Marin. Ce Sel eſt ordinairement accompagné de Bitume, & cette Eau donne des indices de Bitume inconteſtables quand elle eſt réduite à une aſſez petite quantité & concentrée par le feu. Elle a l'amertume deſagréable, & l'odeur du Bitume, ſes particules de Sélénite en ſont rouſſies.

Les doſes de ces différentes matieres ſont ſi petites, qu'il eſt preſque étonnant qu'on les y puiſſe démêler. Selon le Calcul de M. Boulduc, le Sel Marin n'eſt que $\frac{1}{57728}$ du volume de l'Eau, le Sel de Glauber n'en eſt que $\frac{1}{519552}$.

C'eſt

C'eſt par ces doſes, plus que par la qualité des matieres, que les Eaux de Paſſy, de Bourbon, doivent différer entre elles, car on voit qu'il n'a tiré que les mêmes matieres de toutes les trois. Quand on en connoitroit préciſément les différentes doſes, la comparaiſon ne donneroit pas beaucoup de lumiere ſur la différence des vertus, quand même on ſuppoſeroit qu'elle y fût bien exactement proportionnée, il faudroit toujours en revenir à l'expérience, qui ne peut jamais elle-même être exacte.

CEtte année le Parlement ayant fait l'honneur à l'Académie, par Arrêt du 5 Juillet, de lui demander ſon avis ſur une préparation de l'Orſeille des Canaries par le Sr la Fon, l'Académie répondit qu'elle n'avoit pu la comparer qu'à celle d'Auvergne, qui eſt la ſeule qui s'employe à Paris, & qu'elle avoit trouvé par ſes expériences que celle du Sr la Fon donnoit, tant ſur la Laine que ſur la Soye, une couleur beaucoup plus belle & plus vive que celle d'Auvergne, réſiſtoit mieux aux épreuves du *débouilli*, contenoit plus de matiere colorante, & par-là foiſonnoit beaucoup plus.

NOus renvoyons entierement aux Mémoires

* L'Analyſe du Zinc par M. Hellot. *Hiſt.* 1735.

* V. les M. p. 151

* Une Suite de l'examen du Kermès Minéral par M. Geoffroy.

† Une Suite de l'Analyſe du Zinc par M. Hellot.

‡ La derniere partie de l'examen du Kermès par M. Geoffroy.

BOTANIQUE.

SUR UNE ESPECE DE PRUNE SINGULIERE ‡.

TOUTES les Prunes ont un Noyau oſſeux ou ligneux, dur en un mot, & une Amande enfermée dans ce Noyau. L'Amande contient le Germe ou la *Radicule*, d'où il viendra un Prunier, quand on aura mis cette ſemence en terre; & il eſt très naturel, & preſque néceſſaire, de penſer que le Noyau eſt fait pour empêcher l'Amande de ſe pourrir trop tôt, pour lui donner le loiſir de ne ſe développer qu'avec la lenteur néceſſaire, pour conſerver pendant ce tems-là ſes parties huileuſes qui ſe diſſiperoient, & même pour fournir de ſa propre ſubſtance à la Plante naiſſante une nourriture convenable, car il ſe réſout à la fin en une pouſſiere très fine.

On n'a jamais vu de Prunier dont les fruits n'euſ-

* v. les M p. 72. † pag. 297. ‡ pag. 422. ‡ pag. 508.

n'euſſent leur Amande dans un Noyau, de quelque Greffe qu'ils fuſſent venus; & en général on ne ſait point qu'aucun art, aucune préparation ait pu priver de cette partie ligneuſe, des fruits qui la devoient avoir pour enveloppe de leur Amande.

Cependant M. Marchant a fait voir à l'Académie des Prunes dont l'Amande n'a point de Noyau : elles viennent d'un Prunier qui n'en porte point d'autres, & les porte depuis 20 ans. L'Amande, au-lieu d'avoir un Noyau, eſt couverte d'une peau rouſſâtre, rude au toucher, & d'une ſeconde peau intérieure fort blanche, fine & tranſparente. L'Amande en elle-même n'a rien de particulier, mais elle porte toujours ſur ſa ſurface extérieure & toujours du même côté, & à une place marquée, un petit corps très dur & oſſeux, plus ou moins crénelé de petites dents aiguës ſur ſa partie convexe, gros de 1 ligne de diametre ſur 6 à 8 de longueur, courbé en faucille, nullement adhérent à l'Amande. On croiroit que ce ſeroit-là le Noyau défiguré par quelque accident, & devenu monſtrueux; mais cela eſt conſtant & uniforme.

Sera-ce la peau de l'Amande qui fera dans ce fruit la fonction de Noyau? Elle y paroîtroit propre, parce qu'en effet elle ſe détache aiſément de la *pulpe*, de la chair de la Prune. Si cela n'eſt pas, le petit corps dur, oſſeux, ne ſeroit propre à cette fonction que par ſa dureté, & du reſte il ne le paroît en aucune façon.

Si ce n'eſt ni l'un ni l'autre, ce Prunier ne ſe perpétuera pas, & ſur cela M. Marchant

a été conduit par l'analogie des Animaux, à penſer qu'il pouvoit y avoir en fait d'Arbres des Mulets, des Jumars, des Arbres nés d'une conjonction de tel Sauvageon & de telle Greffe, qu'ils fuſſent incapables de produire leur ſemblable. On ne connoit point l'origine de ce Prunier, & rien ne s'oppoſe à la conjecture. M. Marchant a appliqué des Greffes de ce Prunier ſur des Sauvageons, il en a mis des Boutures en terre pendant pluſieurs années conſécutives, rien n'a réuſſi: voilà la ſtérilité bien marquée. Cependant ſon Amande a germé, & on ſera bien attentif à obſerver les jeunes Arbres qui en viennent. Ils décideront la queſtion, ou peut-être la rendront encore plus embarraſſante.

M. Marchant a lu la Deſcription
De l'*Epimedium. C. B. Pin.* 933.
Epimedium quorumdam. J. Bauh. T. 2. 391.
Du *Lepidium latifolium. C. B. Pin.* 97.
Et du *Lepidium Pauli. J. B. T.* 2. 940.
Paſſerage.

M. le Controlleur-général ayant fait l'honneur à l'Académie de lui demander ſi elle jugeoit à propos qu'on laiſſât entrer dans le Royaume du Quinquina *femelle*, qui differe du Quinquina ordinaire, en ce qu'il laiſſe ſur la langue bien moins d'amertume, & qu'il eſt plus épais, plus ſpongieux, & garni

en

en dedans de filamens ligneux ; la Compagnie a répondu qu'on n'avoit reconnu à ce Quinquina, par l'uſage médicinal, aucune mauvaiſe qualité dont l'autre fût exempt, mais qu'il étoit ſeulement beaucoup plus foible, que par-là il perdoit l'avantage très conſidérable, & ineſtimable en pluſieurs cas, de pouvoir arrêter promptement la Fievre ; que ſi on le laiſſoit entrer, on n'en verroit plus d'autre, parce qu'il couteroit moins ; que dans le plus grand beſoin de bon Quinquina on le prendroit aiſément pour tel, ſur-tout quand il ſeroit en poudre ; & qu'enfin en le défendant ſévérement, on n'en auroit encore que trop, mais toujours beaucoup moins que ſi on l'avoit permis.

GEOMETRIE.

NOus renvoyons entierement aux Mémoires

* Un Ecrit de M. Clairaut pour répondre à un autre de M. Fontaine.

* V. les M. p. 755.

ASTRONOMIE.

*SUR LA DETERMINATION DE L'EQUINOXE.**

M. Bouguer, en partant pour le Voyage de l'Equateur, entrepris à l'imitation de ceux qui n'ont encore été faits qu'en France pour la Meſure de la Terre, propoſa une Méthode qu'il avoit inventée, & qu'il devoit pratiquer dans le Pérou, pour déterminer le moment de l'Equinoxe, & par-là l'élévation de l'Equateur, en quelque lieu que ce fût, avec plus de préciſion que l'on ne fait ordinairement.

Une Lunette portée ou par un Obſervateur qui eſt debout, ou ſur un Pied, eſt dans un plan perpendiculaire à la ſurface de la Terre, & par conſéquent dans celui d'un grand Cercle; & comme la diſtance d'un point de la ſurface de la Terre à ſon centre n'eſt rien par rapport à celle des Aſtres, les deux extrémités de la Lunette ne peuvent être dirigées qu'à deux points diamétralement oppoſés, c'eſt-à-dire, entre leſquels ſoit compris tout le diametre de la Terre, ou en général celui d'un grand Cercle de la Sphere. Je ſuppoſe qu'on puiſſe voir par les deux bouts de la Lunette; il eſt certain alors que ſi je vois par un bout un certain point déterminé, celui que je pourrai voir par l'autre bout lui ſera oppo-

* V. les M. p. 43.

opposé diamétralement; si le premier est un point de l'Equateur, le second sera un autre point de l'Equateur; si le premier est un point du Tropique du Cancer, le second sera un point, non de ce même Tropique, mais de celui du Capricorne.

Pour appliquer ceci aux observations du Soleil, il faut savoir comment on y détermine des points. Le Soleil étant conçu divisé par deux diametres, l'un horizontal, l'autre vertical, l'extrémité de l'horizontal qui est vers le Nord, s'appelle le *bord Septentrional*; l'autre est le *Méridional*: l'extrémité superieure du diametre vertical, quand le Soleil se leve, est le *bord Occidental*, parce que ce bord arrivera le premier à l'Occident; l'autre est l'*Oriental*.

Le jour de l'Equinoxe, car on en fait toujours le jour, & il ne s'agit que de l'heure & du moment, si au lever du Soleil on a pris son bord Septentrional avec la Lunette supposée, ce qu'on aura fait en faisant toucher ce bord par un fil vertical du Micrometre de la Lunette, & si douze heures après au coucher du Soleil, sans qu'on ait absolument rien changé à la Lunette, on y voit le bord Méridional touché par le même fil vertical, on en conclurra que ces deux bords sont donc à l'opposite l'un de l'autre dans un grand Cercle qui coupe l'Equateur très obliquement, & que le centre du Soleil qui est à égale distance de ces deux bords, a été dans l'Equateur précisément à Midi, qui sera l'instant de l'Equinoxe.

Dans cette Méthode on a l'avantage de n'avoir

voir pas beſoin de la connoiſſance du diametre du Soleil, qui eſt ordinairement néceſſaire, & rarement bien ſure. De quelque grandeur que puiſſe être ce diametre, le centre eſt toujours entre les deux bords qu'on a pris, & c'eſt ce centre qui eſt ou dans l'Equateur au moment de l'Equinoxe, ou hors de-là à une certaine diſtance de l'Equateur, qu'on appelle *déclinaiſon*.

Le cas où le centre du Soleil eſt dans l'Equateur préciſément à Midi pour le lieu où l'on eſt, eſt unique, & par conſéquent très rare. Hors de ce cas on ne pourra plus prendre le ſoir dans la Lunette immobile le bord Méridional touchant le fil vertical, comme le bord Septentrional le touchoit le matin; ce bord Méridional ſera ou en-deçà ou au-de-la du fil. S'il eſt en-deçà, le centre du Soleil ne ſera arrivé dans l'Equateur qu'après midi: s'il eſt au-delà, ce centre y ſera arrivé avant midi; & plus il ſera en-deçà ou au-delà, plus le centre ſera arrivé tôt ou tard par rapport au midi. Il eſt viſible qu'il faut alors, en laiſſant la Lunette dans ſa direction, faire mouvoir le fil vertical, de ſorte qu'il vienne à toucher le bord Méridional; & comme ce mouvement ſe fait par la Vis du Micrometre, dont on connoit exactement la grandeur des tours, & leur rapport aux eſpaces céleſtes, & le rapport de ces eſpaces aux tems dans leſquels ils ſont décrits, on ſaura exactement le moment de l'Equinoxe où le centre du Soleil étoit dans l'Equateur. Les Aſtronomes comptent pour un avantage, d'être obligés d'employer le Micrometre, parce qu'il

qu'il mesure les petites grandeurs avec plus d'exactitude que les autres Instrumens ne mesurent les grandes. Or les petites sont les seules importantes quand il s'agit de l'extrême précision, & les grandes ne sont jamais si bien mesurées que quand elles le sont par les petites qui les composent, bien connues.

Si l'on ne faisoit pas l'observation dont il s'agit, le jour même de l'Equinoxe, on la pourroit faire en tel tems que, le centre du Soleil étant trop éloigné de l'Equateur, le champ de la Lunette seroit trop petit pour contenir en même tems le bord Méridional du Soleil & le fil vertical du Micrómetre, quelque mouvement qu'on eût donné à ce fil. Alors il faudroit en donner à la Lunette elle-même, & changer sa direction jusqu'à ce que son champ pût comprendre ensemble les deux objets que l'on veut. Mais la quantité de ce changement de la Lunette étant connue, on raisonneroit à-peu-près comme on a fait sur le changement de position du fil vertical.

Tout cela suppose une chose impossible, ou qui du moins n'est pas; il n'y a point de Lunette par les deux bouts de laquelle on puisse observer: si on a vu un point de l'Horizon par un bout, & qu'on veuille voir ensuite le point opposé sans déplacer la Lunette, il faut nécessairement lui faire faire un demi-tour sur son centre, afin que le même bout par où l'on a déja observé, se retrouve à l'Oeil de l'Observateur. Mais M. Bouguer a imaginé l'expédient de *contrepointer* deux Lunettes, c'est-à-dire, de les poser exactement ou l'une sur l'autre, ou l'une contre l'autre, de

niere que le bout de l'une par où l'on observe, réponde au bout opposé de l'autre, moyennant quoi elles font l'effet d'une seule Lunette conditionnée comme il faudroit.

En observant le Soleil levant ou couchant le jour de l'Equinoxe, ou à peu près, on a des arcs de l'Horizon compris entre l'Equateur & le centre du Soleil, qui ne sont proprement que des *amplitudes ortives* ou *occases*, mais que l'on peut prendre sans erreur sensible pour des arcs de déclinaison, pourvu que l'observation se fasse dans un lieu assez proche de l'Equateur. Ce seroit une grande commodité dans la pratique, & qui épargneroit des calculs & des réductions pénibles. Aussi fut-ce en se préparant au Voyage du Pérou, que M. Bouguer imagina cette nouvelle Méthode, pour s'en servir en ce pays-là. Par la comparaison qu'il en fait aux autres Méthodes connues, il trouve qu'elle donnera le moment de l'Equinoxe avec 80 ou 100 fois plus de précision. Ce n'est pas là un profit à négliger.

SUR LES ROTATIONS DES CORPS CELESTES. *

DANS le Système des Tourbillons on a toujours conçu, & on a dû concevoir, que les Planetes faisoient leurs révolutions autour du Soleil, emportées par le grand Fluide où elles nageoient, de sorte que leur vîtesse

* V. les M. p. 615.

teſſe étoit préciſément égale à celle de la couche de ce Fluide où elles ſe trouvoient enfermées; car chaque Planete ne reçoit ſa vîteſſe que de cette couche, & par conſéquent n'en peut pas avoir une plus grande: elle ne peut non plus en avoir une plus petite qui durât, puiſque par l'accélération continuelle qu'elle recevroit de ſa couche, elle ſeroit bien-tôt amenée à l'égalité. De même les Planetes, qui, outre leurs révolutions annuelles autour du Soleil, en ont de journalieres ſur leur axe, ou des rotations, ne peuvent avoir dans ces rotations qu'une vîteſſe égale à celle de la couche dont leur ſurface eſt immédiatement touchée. Le Soleil lui-même, qui n'a point de révolution annuelle, mais ſeulement une rotation, doit ſubir cette Loi.

Cependant il ſe trouve qu'elle n'eſt jamais obſervée dans toutes les rotations connues. La Règle de Kepler, qui donne les rapports entre les diſtances des Planetes au Soleil & leurs révolutions autour du Soleil, donne par-là les rapports de leurs vîteſſes égales à celles des couches où elles nagent, & même toutes les vîteſſes abſolues en années, jours, &c. puiſque l'on connoit les vîteſſes abſolues de la Terre. Or en appliquant cette Règle, voici ce qui en réſulte.

Le demi-diametre du Soleil eſt 100 fois plus grand que celui de la Terre. On a donc la diſtance d'un point quelconque de ſa ſurface à ſon centre, qui eſt celui de toutes les révolutions annuelles & de ſa rotation. Sur ce pied-là, en prenant une révolution quel-

conque connue, on trouve qu'un point de la ſurface du Soleil doit faire ſa rotation en 2 heures 41', & l'on voit par les Taches qu'elle ne ſe fait qu'en 25 jours ½ à l'égard des Etoiles fixes, auxquelles il faut ici la rapporter.

Le centre de la Terre étant le centre d'un Tourbillon dans lequel la Lune fait une révolution connue, un point de la ſurface de la Terre comparé à la Lune, devroit faire ſa rotation en moins de 1 heure ½, & il ne la fait qu'en 24 heures.

De même il ſuit de la révolution des Satellites de Jupiter autour de cette Planete, qu'un point de ſa ſurface, dont la diſtance au centre eſt connue, doit faire ſa rotation en moins de 3 heures ½, & il ne la fait qu'en 6 heures 56.

On ne peut guere encore rien dire des autres Planetes. On ne connoit point de rotation à Mercure. On laiſſe celle de Vénus, comme pouvant être encore douteuſe dans ſa quantité *. Mars a une rotation bien conſtante, mais il n'a point de Satellite, qui faſſe connoitre quelque révolution dans le Tourbillon particulier qui lui appartient. Saturne a des Satellites, mais point de rotation connue. Ainſi à en juger par tout ce que l'on ſait juſqu'à préſent, les rotations des Corps céleſtes ne s'accordent nullement, dans le Syſtême des Tourbillons, avec la Règle de Kepler, ſi inviolable d'ailleurs dans tout le Ciel.

C'eſt-là une des plus fortes objections que l'on

* V. l'Hiſt. de 1732. p. 104. & ſuiv.

l'on ait faites contre le Syſtême Cartéſien, & M. Caſſini a entrepris d'y répondre. Nous avons déja vu par plus d'un exemple, que ce Syſtême eſt ſujet à eſſuyer de violentes attaques, & aſſez accoutumé à n'y pas ſuccomber.

La Règle de Kepler s'obſerve entre les différentes couches d'un Fluide, qui ſe meuvent indépendamment les unes des autres, & avec différentes vîteſſes proportionnées à leurs différentes diſtances au centre commun. Mais elle ne s'obſervera pas entre les parties d'un Globe ſolide, liées les unes aux autres; au contraire dans ce Globe les couches ſphériques auront d'autant plus de vîteſſe qu'elles ſeront plus éloignées du centre du mouvement, & dans le Fluide elles en avoient d'autant moins.

Si la Terre étoit plus groſſe qu'elle n'eſt, il eſt certain que ſa ſurface ſeroit touchée par une couche du Fluide de l'Ether, dont la vîteſſe ſeroit moindre que celle de la couche dont on la ſuppoſe touchée dans l'état préſent, & par conſéquent ſa rotation ſeroit de plus de 1 heure $\frac{1}{2}$; & enfin on peut ſuppoſer la Terre ſi groſſe, que ſa rotation ſeroit de 24 heures. Alors toutes ſes parties ne circuleroient toutes également qu'en 24 heures, & la Règle de Kepler ne ſeroit pas violée par ces parties, qui ne feroient qu'un même Tout ſolide.

Une Atmoſphere qui ſe tiendra toujours attachée à la Terre, & n'aura de rotation que la ſienne, fera, quant au point dont il s'agit, le même effet que ſi le Globe ſolide de la Terre étoit réellement plus gros. La

derniere ſurface de cette Atmoſphere, plus élevée que celle du Globe, ſera touchée par une couche d'Ether plus lente, qui imprimera un moindre mouvement de rotation au Tout formé du Globe terreſtre & de l'Atmoſphere.

Il eſt certain que l'Atmoſphere eſt une eſpece d'envelope qui n'abandonne jamais la Terre, & circule préciſément en même tems qu'elle. Sans cette parfaite égalité de tems dans la durée des deux rotations, on ſentiroit toujours au haut des grandes Montagnes, comme ſur le Pic de Ténériffe, un Vent ſoit d'Orient en Occident, ſi la Terre alloit plus vîte que l'Atmoſphere, ſoit d'Occident en Orient, ſi l'Atmoſphere alloit plus vîte que la Terre; & ce Vent ſeroit d'autant plus violent que l'inégalité des deux mouvemens ſeroit plus grande. Or l'air eſt auſſi tranquille ſur le Pic de Ténériffe que par-tout ailleurs.

La vîteſſe par laquelle la Terre décrit une circonférence de 200 millions de Lieues en 365 jours, & par conſéquent plus de 6 Lieues en 1 Seconde, eſt ſi prodigieuſe, par rapport au Vent le plus violent, qui dans ce même tems ne fait que 10 Toiſes, que ſi l'Atmoſphere n'avoit pu la ſuivre, il y a longtems qu'elle l'auroit abandonnée; peut-être ne l'auroit-elle pas accompagnée pendant un jour.

Reſte à ſavoir ſi l'Atmoſphere peut être aſſez haute pour aller rencontrer une couche de l'Ether qui ne lui imprime qu'une rotation de 24 heures. On trouve aiſément, par la Règle de Kepler, à quelle hauteur, par rapport au Soleil, doit être la couche qui n'a

que

que cette viteſſe, & enſuite quelle hauteur elle aura par rapport à la Terre. Il en réſulte que l'Atmoſphere aura bien 10000 Lieues de hauteur. Toutes nos expériences vont toujours de plus en plus à augmenter la hauteur de l'Atmoſphere, & en dernier lieu nous l'avons vu en 1733 *. Il falloit déja que cette hauteur allât *bien au-delà* de 500 Lieues, mais il paroît que 20 fois au-delà ce ſoit beaucoup. Il eſt fort poſſible cependant que ce ſoit l'imagination ſeule qui s'effraye, parce qu'elle n'eſt pas encore accoutumée à cette idée. Que l'on conçoive le demi-diametre de la Terre ou des 1500 lieues qu'il a réellement, ou de 10000, ce n'eſt preſque également rien par rapport aux 33 millions de Lieues dont eſt le demi-diametre de l'Orbe de la Terre.

On n'a point encore cherché ce qui arrive quand un Tourbillon fluide, comme notre Atmoſphere, & qui ſe maintient toujours comme elle, eſt enfermé dans un Tourbillon plus grand, dont il reçoit ſon mouvement. Peut-être ſa derniere couche ne peut-elle pas prendre toute la vîteſſe de celle du grand Tourbillon dont il eſt touché immédiatement, & en ce cas il ne ſeroit pas néceſſaire que la hauteur de notre Atmoſphere fût ſi grande. Toujours eſt-il bien certain prémierement, que quand on a trouvé la rotation de la Terre ſi éloignée de la Règle de Kepler, on a conſidéré la Terre nue, & que cependant il doit y avoir du changement quand on la conſidé-

* p. 4.

ſidérera revêtue d'une Atmoſphere qui ne la quitte point; & en ſecond lieu que ce changement doit aller à augmenter la durée de ſa rotation, & à la rappocher de la Règle de Kepler.

Sur les mêmes principes qui viennent d'être employés pour la Terre, M. Caſſini calcule quelle doit être la hauteur de l'Atmoſphere du Soleil, afin que la lenteur de ſa rotation, telle qu'on l'obſerve, rentre dans la Règle. Il ſuffit que cette hauteur ſoit de 37 demi-diametres du Soleil. On ſait que ſon demi-diametre eſt 100 fois plus grand que celui de la Terre, & l'Atmoſphere ſera de 5 millions 500 mille Lieues. Ici il ſe trouve le contraire de ce qu'on a trouvé à l'égard de la Terre, l'Atmoſphere du Soleil eſt beaucoup trop petite, puiſque la lumiere Zodiacale, qui eſt cette Atmoſphere, s'étend certainement plus loin que la Terre *, qui eſt à 33 millions du Soleil.

M. Caſſini répond à cette difficulté, qu'il eſt fort poſſible que la lumiere Zodiacale s'étende beaucoup au-delà de l'Atmoſphere du Soleil proprement dite, qui ne ſera qu'un amas des vapeurs & des fumées du Soleil les plus groſſieres, dont la peſanteur les aura empêché de monter plus haut. Un pareil amas paroît plus propre à compoſer une Atmoſphere qui ne ſe détache point du Corps central, & qui ait aſſez de ſolidité pour donner priſe à l'impreſſion d'où réſulte la rotation.

L'At-

* V. l'Hiſt. de 1712. p. 4. & 5.

L'Atmoſphere du Soleil, telle que la poſe M. Caſſini, ne s'étendroit qu'à la moitié à-peu-près de la diſtance de Mercure au Soleil. De plus M. Caſſini fait cette réflexion, que ſi l'Atmoſphere du Soleil envelopoit les Planetes même les plus proches, ſon mouvement de rotation troubleroit ces mouvemens ſi réguliers & ſi bien proportionnés que les couches de l'Ether impriment aux Planetes. En effet la Règle de Kepler, Loi fondamentale de l'Aſtronomie, demande que toutes les couches de l'Ether ne ſoient mues que du mouvement général d'un grand Fluide, où tout ſera en équilibre; & d'autres mouvemens conſidérables, qui ſe compliqueroient avec celui-là, dérangeroient cette harmonie des Cieux ſi conſtante & ſi exacte. Il eſt donc convenable que la vraye Atmoſphere du Soleil n'aille pas juſqu'à Mercure.

Jupiter ne produit aucune difficulté. Son Atmoſphere ſera élevée d'environ 34 mille lieues au deſſus de ſon centre, & de 19 mille au deſſus de ſa ſurface, car ſon demi-diametre eſt 15 mille lieues. On obſerve dans Jupiter deux ſortes de Taches, les unes fixes & permanentes, les autres variables & paſſageres. Les unes appartiendront à la ſurface, & ſeront comme des Mers; les autres appartiendront à ſon Atmoſphere, & ſeront comme des Nuages, ce qui ſera plus naturel que d'imaginer dans le corps ſolide de Jupiter des changemens trop violens & trop brusques.

Voilà, comme nous l'avons déja dit, les trois ſeuls Corps céleſtes qui puiſſent entrer dans

dans la recherche de M. Caſſini. Saturne lui échappe, parce qu'on ne connoit point ſa rotation; ſi on la connoiſſoit, il y a toute apparence qu'elle ſeroit trop lente par rapport à la révolution des Satellites autour de Saturne, & on détermineroit la hauteur qu'une Atmoſphere de Saturne devroit avoir pour ſatisfaire à la Règle. Pour ſuppléer à ce qui manque ici, M. Caſſini ſuppoſe à Saturne une Atmoſphere dont la hauteur ſoit la même que celle de l'Anneau, qui eſt connue, & ſur ce pied-là Saturne fera ſa rotation en 1 jour 5^h 19'. Il ſeroit bien heureux qu'on parvînt un jour à lui en découvrir une, qui ne fût même qu'un peu approchante de celle-là.

Toujours c'eſt une grande préſomption en faveur du Syſtême de M. Caſſini, que toutes les rotations que l'on connoit, & qui peuvent être calculées par la Règle de Kepler, ſoient trop lentes; & que la ſimple conſidération d'une Atmoſphere ou conſtante par le fait, ou plus que vraiſemblable par l'analogie, faſſe tout rentrer dans la Règle.

SUR LA FIGURE DE LA TERRE.

CETTE matiere, déja aſſez amplement traitée en 1734, n'y a pourtant pas été épuiſée. On y a propoſé de nouveaux projets pour décider la queſtion, & on a rendu compte de projets exécutés.

L'Académie fit réflexion que les 8 degrés $\frac{1}{2}$ en latitude, meſurés actuellement & géométri-

triquement ſur l'arc du Méridien, qui paſſant par Paris, traverſe toute la France, pouvoient ne pas ſuffire abſolument pour déterminer ſi la Terre eſt ellipſoïde, & principalement en quel ſens elle l'eſt. En effet les Newtoniens ne ſe rendoient pas encore, & il eſt vrai que leurs raiſonnemens, & ceux qu'avoit faits M. Huygens, purement ſpéculatifs, mais très dignes de conſidération, demandoient le Sphéroïde applati contraire à l'allongé qui réſultoit des meſures Françoiſes. On penſa donc que la queſtion ſeroit terminée, ſi l'on pouvoit avoir ou quelques degrés de l'Equateur que l'on compareroit à un pareil nombre de degrés d'un Méridien, ou ſeulement un nombre ſuffiſant de degrés d'un Méridien pris dès ſon interſection avec l'Equateur, pour comparer enſuite ces degrés à ceux que l'on avoit meſurés dans l'étendue de la France. Il n'étoit poſſible, dans l'exécution, d'aller chercher l'Equateur, qu'au Pérou ſous la domination d'Eſpagne; & ſi dans un ſemblable travail qu'on avoit fait ſeulement de Paris à Strasbourg, on avoit trouvé des obſtacles nouveaux, imprévus, & preſque capables de faire tout manquer, que ne devoit-on pas trouver dans le Pérou, dans un pays inconnu, hormis les Villes qui y ſont très rares, dans de vaſtes marécages, dans des Forêts ſans routes, dans des Montagnes inacceſſibles? Que ne devroit-on pas craindre & des différens lieux où il plairoit à la ligne droite qu'on ſuivroit, de jetter les Obſervateurs, & des Habitans qu'on y pourroit rencontrer, capables de faire regretter les Deſerts? Cependant

Mrs.

Mrs Godin, Bouguer & de la Condamine s'engagerent à cette entrepriſe, qui malgré les faveurs du Roi, & la protection que promettoit le Roi d'Eſpagne, étoit toujours très courageuſe.

Ce fut en ce tems-là que M. * de Maupertuis donna une Formule géométrique, qui, dans la ſuppoſition que la Terre fût un Ellipſoïde quelconque, faiſoit voir tout d'un coup tout ce que l'on pouvoit tirer de certaines choſes connues par obſervation ou par meſure actuelle. La Formule comprenoit la relation néceſſaire de ces cinq choſes entre elles, des deux Axes, du 1er degré de latitude pris ſur un Méridien depuis ſon interſection avec l'Equateur, un autre degré de latitude quelconque, le Sinus de ce 2d degré. Il eſt bon que ces deux degrés ſoient pris aſſez éloignés, afin que leur différence, s'il y en a, car le Sphéroïde pourroit être une Sphere, ſoit ſenſible; & il eſt bon auſſi que chacun ne ſoit que de la petite étendue d'un degré, afin que la différence ſoit apperçue auſſi-tôt qu'il ſe pourra, & entre des grandeurs d'ailleurs égales.

Cela poſé, il eſt évident que toute la nature de l'Ellipſe étant renfermée dans le rapport de ſes deux axes, ſi on a ce rapport, on en tire auſſi-tôt celui du 1er degré de latitude & d'un autre quelconque, & conſéquemment de ſon Sinus, c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi on a le rapport de l'axe de la Terre au diametre de ſon Equateur, on trouvera

* V. les M. p. 131.

vera celui d'un 1er degré de latitude au 2d, au 3me, &c. & quels ſeront pour chacun les angles de latitude; car ils s'appelleront 1er, 2d, 3me, &c. par une diviſion inégale faite ſur une Ellipſe, & non par la diviſion égale qui meſure les angles ſur un Cercle. Ainſi, ſi par le rapport connu des axes de l'Ellipſe, on ſait quel eſt celui du 1er degré de latitude ſur l'Ellipſe au 50me, on ſaura en même tems que ce 50me appartient, par exemple, à ce que nous appellons le 49me degré de latitude. Si l'on fait des meſures actuelles ſur le terrein, les Voyageurs ſauront juſqu'où ils doivent aller pour trouver une certaine inégalité de dégrés telle qu'ils voudront; & s'ils ſont parvenus juſqu'au lieu de cette inégalité connue, ils ſauront quel ſera le degré de latitude de ce lieu.

Il eſt aiſé de voir, que l'on trouvera réciproquement le rapport des deux axes de l'Ellipſe par quelques rapports que l'on connoitra entre les autres grandeurs renfermées dans la Formule de M. de Maupertuis.

Il a été encore plus loin. Il a vu qu'il devoit y avoir dans l'Ellipſe un point, ou plutôt un certain arc où l'inégalité des dégrés ſeroit plus grande que par-tout ailleurs. Il a cherché par les Règles connues ce *plus grand*, il l'a tiré de ſa Formule, & a déterminé le Sinus de l'angle de la latitude, où il ſe trouve. On ſaura donc encore le lieu, ou plutôt les lieux où l'on doit aller pour découvrir plus aiſément ce que l'on cherche, & avoir beſoin d'un moindre nombre d'opérations. Il eſt vrai que l'expreſſion de ce Sinus eſt aſſez

assez compliquée, mais il n'importe, la Géométrie en a fait son devoir.

La grande difficulté est que certainement les deux axes de la Terre sont très peu inégaux. Qu'est-ce que le rapport de 577 à 578 selon M. Huygens, ou de 229 à 230 selon M. Newton, qui seroit entre le diametre du Méridien & celui de l'Equateur? Qu'est-ce que le rapport de 6579368 à 6510796, qui dans l'opinion opposée sera, selon M. Cassini, entre les mêmes diametres?

La difficulté dont il s'agit est telle que les 8 degrés ½ de latitude que tient la France, actuellement mesurés, ne paroissent pas encore tout-à-fait suffisans pour lever l'incertitude. M. de Maupertuis fait réflexion, que quand on a eu entre les mains, pour ainsi dire, cette vaste étendue de Terrein connue par la suite des opérations Trigonométriques, il n'a pas été entierement indifférent en quels lieux on plaçât les opérations Astronomiques qui devoient correspondre aux Trigonométriques. Cela va s'expliquer.

Une erreur de 1 Seconde dans l'observation céleste, en produit une de 16 Toises sur le Terrein. Les meilleurs Observateurs ne peuvent guere répondre que d'une précision qui soit à 4 Secondes près; on suppose d'ailleurs les Instrumens aussi justes qu'ils puissent l'être. Par conséquent l'observation la mieux conditionnée, & à laquelle on se fiera le plus, peut produire 64 Toises d'erreur sur le Terrein. Nous supposons que ces 64 Toises d'erreur se trouvent toujours dans chaque opération Astronomique, & que de plus elles soient

ſoient toujours du même *ſens*, c'eſt-à-dire, qu'elles aillent toujours à augmenter ou à diminuer les degrés ſur le Terrein, & que celles d'une opération ne rectifient point celles d'une autre, du moins en partie, ce qui eſt pourtant le plus naturel, & apparemment le plus commun. Avec ces précautions nous prenons le parti le plus ſûr.

Les 8 degrés $\frac{1}{2}$ de la Méridienne de Paris ayant été meſurés géométriquement ſur le Terrein dans toute l'étendue de la France, ſi enſuite on prend dans le Ciel, par des obſervations de la latitude, le prémier degré de toute cette étendue & le dernier, on aura pu dans chaque opération aſtronomique commettre deux fois les erreurs qui produiſent 64 Toiſes ſur le Terrein, car chaque degré de latitude a deux extrémités qu'il a fallu prendre, & par conſéquent à chaque opération il peut y avoir de quoi produire 128 Toiſes d'erreur ſur le Terrein. On ne ſait point encore ſi les degrés ſont inégaux, ni ſelon quelle progreſſion. Après qu'on a pris dans le Ciel les deux degrés extrêmes de l'arc de $8\frac{1}{2}$, on compare les deux degrés terreſtres qui leur répondent; & comme il eſt certain que leur différence ne peut jamais être que fort petite, il eſt fort poſſible que deux fois 128 d'erreur ſur les deux opérations, ou ſeulement 128, la faſſent diſparoître tout-à-fait, ou la changent beaucoup.

Car les différences des 8 degrés ſoit égales, ſoit croiſſantes, peuvent être ſi petites, que du prémier degré au dernier leur ſomme ne fera qu'égaler les erreurs commiſes. Mais hors

hors de ce cas-là il peut encore arriver que la ſomme des différences, qui réellement s'accumulent toujours, n'arrive à égaler ou à ſurpaſſer les erreurs que vers le 3me ou 4me, &c. degré; & alors ſi l'on compare les deux degrés extrêmes, le dernier eſt trop grand par rapport au prémier, dont on n'a pas toute la grandeur réelle.

On éviteroit cet inconvénient, ſi aux deux opérations Aſtronomiques que l'on a faites aux extrémités de l'arc de 8 degrés, on en ajoutoit une troiſieme qui ſe fît au milieu de l'arc. C'eſt-là préciſément le point où il ſe ſera accumulé le plus de différence d'une partie des degrés par rapport aux différences de l'autre partie. En diviſant une ligne par la moitié, on donne à ſes deux parties le plus de grandeur qu'elles puiſſent avoir toutes deux enſemble. Si on avoit coupé l'arc en deux parties, dont l'une eût eu 2 degrés, l'autre 6, les deux degrés euſſent pu paroître ſans différence.

Tout cela ſuppoſoit que l'on n'avoit la meſure actuelle que de 8 degrés ½ pris en France, & c'étoit préciſément parce qu'on n'en avoit pas aſſez qu'on alloit au Pérou. M. de Maupertuis propoſa un autre Voyage moins long, moins pénible apparemment, & moins dangereux, mais auſſi utile, celui du Nord. Il trouvoit que le 67me degré de latitude Septentrionale, bien obſervé aſtronomiquement, devoit donner ſur le Terrein le degré de 500 Toiſes plus petit que celui de Paris, ſi la Terre a la figure que M. Caſſini lui donne; & de 200 Toiſes plus grand, ſi elle a celle

de

de M. Newton. Ce ne ſont pas là des différences qui puiſſent échapper.

Il eſt bien ſûr que la comparaiſon des deux Voyages du Midi & du Nord produiroit plus que ce que peut produire un ſeul de ces Voyages, & qu'en prenant ainſi la Terre de tous les ſens, on forceroit enfin ſa véritable figure à ſe découvrir.

Les erreurs inévitables des opérations aſtronomiques, ou ſeulement l'incertitude qui y reſte toujours juſqu'à un certain point, ont fait chercher à M. Caſſini *, tout favorable qu'il doit être à ces opérations, une Méthode où elles n'entraſſent point.

Soit ſous l'Equateur une Montagne aſſez haute, d'où l'on puiſſe découvrir à l'Horizon une portion de la Mer qui comprenne au moins un Quart de Cercle entier, renfermé entre deux points conſécutifs quelconques des quatre points Cardinaux, le Nord, l'Orient, le Midi & l'Occident. M. Caſſini ſuppoſe qu'un Obſervateur, placé ſur le ſommet de cette Montagne, dirige ſa Lunette au point de l'Horizon, qui ſera, ſi l'on veut, le Nord, & enſuite au point de l'Orient. Pour attraper l'un & l'autre de ces deux points, il baiſſera ſa Lunette d'une certaine quantité dans l'une & l'autre obſervation, ou, ce qui eſt le même, ſa Lunette fera un certain angle avec l'Horizon. Si la Terre eſt exactement ſphérique, on conçoit naturellement, & ſans autre preuve, que la Lunette ſera également baiſſée dans les deux obſervations;

* V. les M. p. 95. 156. & 347.

tions; mais ſi la Terre eſt un Sphéroïde, ce n'eſt plus la même choſe.

Le point du Nord que l'Obſervateur a pris, eſt un point du Méridien dans le plan duquel il ſe trouve, & le point de l'Orient eſt un point de l'Equateur dans le plan duquel l'Obſervateur eſt auſſi. Si la Terre eſt une Sphere, ce Méridien quelconque & l'Equateur ſont égaux; ſi c'eſt un Sphéroïde, ils ſont inégaux, & alors ſi le Méridien eſt le plus grand, ſon point apperçu à l'horizon par la Lunette ſera plus élevé que le point de l'Equateur pareillement apperçu, car l'Equateur plus petit ſe reſſerre, pour ainſi dire, & fuit la Lunette, & c'eſt le contraire du Méridien; par conſéquent il faudra baiſſer plus la Lunette pour prendre le point de l'Orient que pour celui du Nord. Il eſt viſible que ce ſera le contraire, ſi l'Equateur eſt plus grand que le Méridien.

La différence entre les deux abbaiſſemens ou angles de la Lunette avec l'horizon, ſera d'autant plus grande, que le Méridien & l'Equateur, ou, ce qui eſt le même, les deux axes du Sphéroïde de la Terre ſeront plus inégaux. M. Caſſini donne le moyen de tirer géométriquement de la différence des deux abbaiſſemens, celle des deux axes, ou de celle des axes connue, celle qui ſera entre les abbaiſſemens.

Outre cette différence entre les abbaiſſemens, *eſſentielle* en quelque ſorte, parce qu'elle vient de la nature du Sphéroïde, il y en a une *accidentelle* qui vient de la hauteur de la

la Montagne d'où l'on obſerve, & qui doit entrer dans les calculs. Plus la Montagne ſera haute, plus les différences des abbaiſſemens ſeront grandes, & ce ſera dans la raiſon des racines quarrées des hauteurs, de ſorte qu'une hauteur quadruple donnera une différence double. Une hauteur de 30 Toiſes ſeulement donnera une différence de 10 Secondes, ce qui eſt déja une grandeur aſſez ſenſible aux Inſtrumens; & de-là il eſt aiſé de juger qu'il y aura ſous l'Equateur une infinité de lieux très différemment élevés, d'où l'opération ſe pourra faire avec ſuccès.

Il eſt bon, pour plus de ſureté, que la différence dont il s'agit ſoit entre deux angles, dont le plus grand ſoit de 1 degré ou à-peu-près. On trouvera par Trigonométrie, quelle doit être la hauteur d'où la Lunette fera avec l'horizon cet angle de 1 degré. Cette hauteur eſt environ 500 Toiſes.

Juſqu'ici nous avons toujours ſuppoſé l'Obſervateur ſous l'Equateur; mais ſi cette ſuppoſition étoit indiſpenſable, la Méthode de M. Caſſini ſeroit fort imparfaite. Elle s'étend, mais par de plus long calculs, à tous les lieux poſſibles de la Terre, hormis les Poles, & les lieux qui en ſeroient trop proches.

Si l'Obſervateur eſt ſous un Pole, les deux différentes directions de ſa Lunette à l'horizon n'attrappent plus, l'une un point d'un Méridien, l'autre un point de l'Equateur, mais toutes deux différens points de l'Equateur, car alors c'eſt l'Equateur qui eſt l'Horizon. Ainſi quelle que ſoit la figure de la

Terre, la Méthode ceſſe là abſolument, & ne ceſſe abſolument que là.

Mais il en reſte toujours des conſéquences importantes. De l'Equateur au Pole les différences des abbaiſſemens ou angles vont toujours diminuant, & la Méthode va toujours diminuant auſſi de facilité & de ſureté. Si on la veut pratiquer dans un pays tel que la France, il vaut mieux que ce ſoit dans les Provinces Méridionales que dans les Septentrionales. Si on a l'Horizon terminé par la Mer, tant au Nord qu'au Midi, il vaut mieux prendre le Midi.

Les réfractions peuvent faire naitre du ſcrupule ſur cette Méthode, qui ne demande que des obſervatiens faites à l'Horizon, où les réfractions cauſées par les vapeurs ſont plus grandes que par-tout ailleurs, plus capables d'altérer les véritables grandeurs, &, ce qu'il y a de pis, plus inégales & plus irrégulieres. Mais les réfractions ne ſont que la 10me ou 9me partie d'un degré que l'on prendra pour les abbaiſſemens ou inclinaiſons à l'Horizon, & il y a toute apparenee que cette petite quantité ſera égale ſur tout l'Horizon de la Mer, tant à l'Orient qu'au Nord, auquel cas il n'y auroit nulle erreur; ou ſi elle n'étoit pas exactement égale, l'erreur ne pourroit être que fort legere. Il ſeroit même très aiſé, pour plus de précaution, de n'obſerver que ſur le haut du jour, tems où les vapeurs, plus également répandues, ne produiſent que des réfractions moins nuiſibles.

Cette difficulté cependant paroît avoir donné occaſion à M. Caſſini d'imaginer une ſeconde

conde Méthode plus exempte du péril des réfractions, parce qu'elle n'eſt guere que la prémiere renverſée, & qu'au-lieu de l'Horizon de la Mer, on y obſerve des ſommets de Montagnes élevés au deſſus des réfractions ſenſibles. Ceci demande une aſſez longue explication.

Que l'on conçoive deux Plans quelconques, perpendiculaires à la ſurface de la Terre, l'un dirigé ſous l'Equateur, l'autre ſous le Méridien du Lieu. Deux droites verticales de ces deux Plans prolongées au deſſous de la ſurface de la Terre ſe rencontreront à ſon centre, ſi elle eſt ſphérique; mais ſi elle ne l'eſt pas, & ſi on la ſuppoſe un Sphéroïde allongé vers les Poles, il arrivera du changement.

Si l'on conçoit que la Terre, d'abord ſphérique, vienne par un certain mouvement à s'allonger vers les Poles, ſon Equateur ſe reſſerre, & devient un plus petit Cercle, mais il demeure à la même place, & la droite verticale qui étoit dans ſon plan, aboutit toujours au centre de la Terre, & devenue plus courte, fait toujours avec l'axe de la Terre le même angle qu'auparavant. Il n'en va pas de même de l'autre côté. Le Méridien s'allonge en devenant Elliptique, il s'incline davantage à l'axe de la Terre, & la verticale qui eſt dans ſon plan, & ne peut pas en ſortir, quitte le centre de la Terre, poſe l'extrémité qui y étoit ſur un autre point de l'axe, & y devient plus inclinée en devenant plus longue. Tout cela eſt aiſé à ſe repréſenter. Il s'en enſuit que dans le Sphéroïde allongé

celle des deux droites perpendiculaires à ſa ſurface, & prolongées au-delà, qui eſt dans le plan du Méridien, fait un plus petit angle avec l'axe de la Terre que celle qui eſt dans le plan de l'Equateur. Ce n'eſt pas la peine de dire que ce ſeroit le contraire dans le Sphéroïde applati.

Maintenant ſoient trois Montagnes dont deux ſoient dans le plan de l'Equateur, & à une certane diſtance l'une de l'autre, & la 3me dans le plan du Méridien, & auſſi éloignée de l'une des deux de l'Equateur que ces deux le ſont entre elles. Ces Montagnes auront la ligne de leur plus grande hauteur perpendiculaire à la ſurface de la Terre, & ces trois perpendiculares ou verticales iront ou ſe rencontrer toutes au centre de la Terre, ou ſe terminer à différens points de ſon axe.

Du ſommet de la Montagne, qui eſt à l'angle de l'Equateur & du Méridien, on obſerve le ſommet de celle qui eſt dans le plan de l'Equateur, & l'on prend exactement l'angle que fait la Lunette ou le rayon viſuel avec le ſommet de cette 2de Montagne; & enſuite du ſommet de cette même Montagne où l'on ſe tranſporte, on obſerve réciproquement le ſommet de la 1re d'où l'on avoit obſervé, & on prend l'angle qu'il fait avec le rayon viſuel. Il ſe forme donc un Triangle dont 2 côtés ſont les deux hauteurs des Montagnes prolongées au deſſous de la ſurface de la Terre, & le 3me côté ou la baſe eſt ce rayon viſuel qui a été le même pour les deux obſervations, & ſur lequel ſont les deux angles qu'elles ont fait connoitre. De-

là

là on conclut néceſſairement le 3me angle que les deux perpendiculaires, dont un demi-diametre de la Terre en eſt l'une, font entre elles. Reſte la 3me Montagne, celle qui priſe avec la 1re eſt dans le plan du Méridien. On fait ſur ces deux-ci les deux obſervations réciproques que l'on a faites précédemment, & l'on a un 2d Triangle qui donne, comme a fait le 1er, l'angle du demi-diametre de la Terre avec la hauteur prolongée de la 3me Montagne. Si cet angle eſt plus petit que celui que faiſoit avec le même demi-diametre la hauteur de la 2de Montagne ſituée ſous l'Equateur, la Terre eſt un Sphéroïde allongé.

Il eſt clair que cette 2de Méthode de M. Caſſini ne pourroit non plus que la 1re être pratiquée ſous le Pole, car quoique trois Montagnes y fuſſent placées de façon à former deux plans qui ſe couperoient à angles droits, ces deux plans ne pourroient jamais être l'Equateur & le Méridien, mais ſeulement deux Méridiens différens. Il faut donc auſſi conclurre pour cette 2de Méthode, qu'il vaudra mieux la pratiquer ſous l'Equateur que partout ailleurs, & toujours aux moindres latitudes qu'il ſe pourra; car quoique nous ayons ſuppoſé d'abord que l'on fût ſous l'Equateur, on s'appercevra aiſément que cette ſuppoſition n'étoit nullement néceſſaire, & que hors de l'Equateur il n'en doit coûter que très peu de calcul de plus.

L'égalité de diſtance des deux Montagnes extrêmes à celle du milieu eſt encore moins néceſſaire. Les deux Triangles que l'on con-

ſtruit ſe formeront toujours bien, quoiqu'avec des baſes plus inégales; mais il faut que les diſtances des Montagnes entre elles ſoient les plus grandes qu'il ſe puiſſe, afin que les angles des perpendiculaires avec le demi-diametre de la Terre ſoient aſſez grands & aſſez ſenſiblement différens.

Ce qu'il y a de plus important, & ce qui fait l'objet auquel cette Méthode doit ſa naiſſance, c'eſt que les ſommets des Montagnes ſoient aſſez élevés pour être au deſſus des réfractions cauſées par les vapeurs. Mais quand on aura pris par rapport à ce qui vient d'être dit des Montagnes aſſez éloignées entre elles, les ſommets qui ſe verront réciproquement ſeront aſſez élevés pour n'être plus ſujets aux réfractions. M. Caſſini rapporte une pratique dont il ſe ſert pour reconnoitre juſqu'à quelle hauteur il y en a dans le lieu où l'on obſerve.

Elles ne ſeroient plus du tout à compter, ſi les diſtances des Montagnes entre elles & les hauteurs de leurs ſommets étoient égales, car les réfractions le ſeroient auſſi par-tout, & par conſéquent ſeroient comme nulles. Mais ce cas eſt trop ſingulier pour qu'on puiſſe l'eſpérer. M. Caſſini l'a cependant rencontré à-peu-près dans les Voſges.

Une diſtance d'un degré ou de quelque 50000 Toiſes entre les Montagnes donnera des angles dont la différence ſera très ſuffiſamment ſenſible, même à de médiocres Inſtrumens. De plus elle ſera double de celle qu'on auroit trouvée en pareilles circonſtances par la prémiere Méthode de M. Caſſini.

Mais

Mais il avoue que celle-ci a de grands avantages, elle fait avec deux obſervations ce que l'autre ne fait qu'avec quatre, elle ſe fait toute entiere en un ſeul lieu, & pour l'autre il faut ſe déplacer quatre fois, ce qui expoſe les Inſtrumens à ſe déranger, & oblige du moins à les vérifier autant de fois qu'on ſe déplace; ſans compter que la ſeconde, à cauſe des différens lieux où il faut ſe tranſporter, demande ſans comparaiſon plus de tems que la prémiere. La multiplicité des Méthodes eſt cependant très utile, ce ſont différens Inſtrumens tout prêts, dont on ſe ſert ſuivant les différentes occaſions.

Tandis que l'on cherchoit encore par Théorie de nouveaux moyens de décider la queſtion de la Figure de la Terre, on continuoit d'employer encore dans la pratique les moyens déja connus & uſités. * Le Roi voulut, malgré les dépenſes extraordinaires de la Guerre, que puiſqu'on étoit, pour ainſi dire, en haleine de grandes opérations Trigonométriques, on fît un travail très utile à la perfection de la Carte de la France. C'étoit de tirer par Orléans une ligne perpendiculaire à la Méridienne de Paris, qui prolongée vers l'Occident, ſuivroit à-peu-près le cours de la Loire, la plus grande de nos Rivieres, & iroit ſe terminer aux Côtes de Bretagne, dont nos plus importantes navigations demandent une exacte connoiſſance. Mrs Maraldi, & de Thury l'un des Fils de M. Caſſini, accompagnés de Mrs l'Abbé de

* V. les M. p. 548.

lla Grive, le Roi & Chevalier, furent chargés d'exécuter ce deſſein.

Sur ces perpendiculaires à des Méridiennes, ou, ce qui eſt le même, Tangentes de Paralleles, il eſt bon de ſe ſouvenir de ce qui a été dit en 1733 *. Ce ſeroient naturellement des droites entierement tirées en l'air, hormis le point dans lequel elles toucheroient le Parallele terreſtre, & couperoient un Méridien; mais la néceſſité de les ſuivre ſur le terrein, fait que ce ne ſont réellement que des aſſemblages de grandes droites poſées bout à bout, & faiſant entre elles de très grands angles obtus. La grandeur du Globe terreſtre permet que l'on ne compte pour rien la différence réelle qui ſeroit entre la Tangente ou Perpendiculaire tirée en l'air, & cet aſſemblage de droites formé ſur le terrein: cependant quand les Triangles qu'on a conſtruits, l'ont été de lieux fort élevés, on a égard pour plus de ſureté à cette différence, qui eſt alors un peu moins petite, & peut-être moins inſenſible.

Il eſt clair, & on l'a déja vu, que ces lignes s'écartent toujours de plus en plus du Parallele dont elles ſont Tangentes, auſſi-bien que du Méridien d'où elles ſont parties. Leur écart du Parallele eſt un arc de latitude pris ſur la Terre, & leur écart du Méridien eſt un arc de longitude.

Quand on compare enſemble deux de ces lignes, comme celle qui part de Paris & celle qui part d'Orléans, il eſt viſible que l'endroit

* pag. 63. & ſuiv.

droit où elles ſont plus proche l'une de l'autre, eſt celui où elles coupent un même Méridien, & que de là elles vont toujours en s'écartant. On reconnoitra ſans peine les occaſions où il faudra avoir égard à cette plus grande proximité.

L'hiſtoire du travail des Mathématiciens voyageurs ne ſeroit preſque ici que la répétition de ce qui a été dit en 1733 * & 1734 † ſur la Perpendiculaire tirée de Paris aux extrémités Orientale & Occidentale du Royaume. Heureuſement dans les pays où ſe faiſoit cette derniere courſe, on avoit d'anciennes déterminations Aſtronomiques faites par Mrs Picard & de la Hire; elles tinrent lieu de celles que leurs Succeſſeurs ne purent pas faire à cauſe du mauvais tems preſque continuel. Elles ſervirent même à vérifier la juſteſſe des opérations géométriques qu'on venoit de faire, car quand ſur le fondement de ces opérations on cherchoit quelle devoit être la latitude ou la longitude d'un Lieu où Mrs de la Hire & Picard avoient obſervé, on retrouvoit préciſément ce qu'ils avoient conclu, ou avec des différences qui n'étoient pas à compter. Par-tout les degrés de latitude ſe ſont trouvés plus grands que ceux de longitude, & par conſéquent le Sphéroïde allongé continue toujours à l'emporter. Un concours déja ſi grand de preuves favorables ſeroit bien ſurprenant, s'il étoit trompeur. Dans l'hypotheſe de la Terre Sphérique, la diſtance de Breſt à la Méridienne de Paris ſeroit

* p. 63. & ſuiv. † p. 102. & ſuiv.

ſeroit de 261364 Toiſes, & elle ne s'eſt trouvée que de 259330, c'eſt-à dire, de 110 Lieues & plus de $\frac{1}{4}$ à 2282 Toiſes par Lieue. On voit bien que c'eſt-là un effet du rétréciſſement de la Terre dans le ſens de l'Equateur.

Nos Mathématiciens qui, dans le cours de leur voyage, avoient déja été priés de faire quelques déterminations gratuites, pour ainſi dire, & qui n'étoient point de leur projet, le furent auſſi à Breſt par Mrs les Officiers de Marine, de déterminer la poſition de l'Iſle d'Oueſſant, qui eſt le prémier objet remarquable que l'on découvre en arrivant à terre de ce côté-là. Par la ſuite non interrompue des Triangles conſtruits depuis Orléans, & qui étoient au nombre de 57, le Fanal d'Oueſſant ſe trouva à plus de 280000 Toiſes de la Méridienne de Paris. La terre manqua là, après que l'on eut fixé la poſition de plus de 500 Lieux ou Objets remarquables, & couronné le travail à l'ordinaire par une Baſe de 1800 Toiſes actuellement meſurée, que l'on eut le plaiſir de voir fort approchante de celle qui réſultoit des 57 Triangles.

Après le départ des Académiciens deſtinés au Pérou, & tandis que d'autres travailloient à la Perpendiculaire d'Orléans, on ſongeoit au Voyage du Nord, qui trouvoit encore de nouveaux Zélés pour l'entreprendre. M. Clairaut, qui devoit en être, s'y préparoit par de nouvelles recherches ſur l'utilité que pouvoient avoir dans le Nord des meſures en longitude par rapport à la figure de la Terre;

Terre; M. de Maupertuis avoit déja traité les mesures en latitude. Nous allons donner une idée de la Théorie du tout ensemble.

Que la Terre soit exactement sphérique, & qu'il ne s'agisse que de mesurer sa grandeur, il suffira d'avoir la grandeur de quelques degrés d'un grand Cercle quelconque. Ici, en Europe, nous n'avons pas de choix, nous ne pouvons mesurer que quelques degrés d'un Méridien, degrés de latitude; mais si nous étions sous l'Equateur, nous pourrions aussi en mesurer quelques degrés, qui seroient des degrés de longitude. Y auroit-il un choix à faire, si on étoit obligé d'en faire un? Lequel seroit à préférer d'un Méridien ou de l'Equateur, de la mesure en latitude ou de la mesure en longitude, pour l'exactitude & la sureté géométrique de l'exécution? car pour la facilité, elle ne pourroit dépendre que de circonstances étrangeres.

Il faut supposer qu'on ne pratiqueroit que ce qui a été pratiqué jusqu'ici, c'est-à-dire, qu'après avoir tracé sur le terrein, par des opérations Trigonométriques, une ligne droite d'une certaine étendue, soit dans la direction d'un Méridien, soit dans celle de l'Equateur, on prendroit par des opérations Astronomiques, la différence des deux extrémités de cette ligne, ou en latitude dans le 1er cas, ou en longitude dans le 2d. Il s'agit de savoir dans laquelle de ces deux pratiques il y auroit essentiellement plus de péril d'erreur, les opérations étant faites avec la plus grande justesse qu'elles puissent l'être par d'habiles gens.

Les déterminations de la latitude ſe font par des hauteurs Méridiennes d'Etoiles fixes, & les meilleurs Obſervateurs ne peuvent s'en aſſurer qu'à 10 Secondes de degré près. Les déterminations de la longitude ſe font par des différences du tems où un même phénomene céleſte a été vu en deux lieux différens, & ce n'eſt qu'à 4 Secondes de tems près qu'on peut répondre de la meilleure détermination. Voilà ce qu'une expérience générale & aſſez longue a appris aux Aſtronomes.

Un degré céleſte d'un grand Cercle quelconque ayant une étendue à laquelle répondent ſur la Terre 25 Lieues, ſi l'on veut, de 2282 Toiſes chacune, 1 Seconde de ce degré vaut ſur la Terre 16 Toiſes à-peu-près, & 10 Secondes d'erreur dans la détermination de la latitude, produiront 160 Toiſes d'erreur ſur un degré dans la meſure en latitude. De l'autre côté, à 4 Secondes de tems répond 1 Minute de degré pris ſur l'Equateur, & à cette Minute répondent 950 Toiſes ſur le terrein dans la meſure en longitude, de ſorte que les erreurs qui peuvent provenir des opérations Aſtronomiques ſur un degré égal dans les deux meſures ſont entre elles comme 160 & 950, ou 16 & 95, ou celle en longitude près de ſix fois plus grande que celle en latitude. Il n'y auroit donc pas à délibérer entre un Méridien & l'Equateur, le Méridien ſeroit préféré, & notre poſition ſur le Globe terreſtre nous a d'abord déterminés néceſſairement au bon parti.

On ne ſonge point ici aux erreurs qui pour-

pourroient venir des opérations Trigonométriques, on eſt en droit de les regarder comme nulles, tant elles ſe ſont trouvées légeres & inſenſibles dans les grandes entrepriſes dont nous avons rendu compte juſqu'ici. A peine y aura-t-il une incertitude de quelques Toiſes ſur toute l'étendue de la France.

Que l'on meſure ſur la Terre une longueur de 25 lieues ſous un Méridien quelconque, & à une diſtance quelconque de l'Equateur, cette longueur répondra toujours à un degré céleſte de latitude, & ſera toujours ſujette à la même erreur de 160 Toiſes, la Terre étant toujours ici ſphérique. Mais ſi l'on meſure la même étendue terreſtre en longitude ſous l'Equateur, & enſuite ſous un Parallele quelconque, les deux opérations ſeront ſujettes à la même erreur de 950 Toiſes; mais cette erreur ne ſera pas la même par rapport au Ciel, ou plus préciſément par rapport au nombre de degrés auxquels répondront les 25 lieues meſurées. Ces 25 lieues ne répondront ſous l'Equateur qu'à 1 degré, & ſous le Parallele à plus de 1 degré, à 2, par exemple.

Si le Parallele eſt à un certain éloignement de l'Equateur, & par conſéquent lorſque d'un degré meſuré on viendroit à conclurre la circonférence du Cercle total, l'erreur de 950 Toiſes ſe répéteroit 360 fois pour la circonférence de l'Equateur, & 180 fois ſeulement pour celle du Parallele ſuppoſé, ce qui rendroit l'erreur 2 fois moindre. Il eſt viſible que ce Parallele, où les 25 lieues vaudroient 2 degrés de l'Equateur, ſeroit celui dont le rayon ſeroit à celui de l'Equateur com-

comme 1 à 2 ; & puiſque l'erreur de la meſure en longitude y ſeroit diminuée ſelon la même raiſon, il s'enſuit que ſous un Parallele dont le rayon ſeroit à celui de l'Equateur comme 1 à 3, l'erreur ne ſeroit plus que $\frac{1}{3}$ de ce qu'elle étoit, & $\frac{1}{6}$ lorſque les deux rayons ſeroient comme 1 & 6. Or en ce dernier cas l'erreur de la meſure en longitude ſeroit, par ce qui a été dit, un peu moindre que l'erreur conſtante de la meſure en latitude : donc l'erreur de la meſure en longitude, beaucoup plus grande ſous l'Equateur, va toujours en diminuant par rapport à celle de la meſure en latitude depuis l'Equateur juſqu'à un certain point, qui eſt le 80me degré 25′ où les deux erreurs ſont égales, après quoi celle de la meſure en longitude eſt toujours la plus petite juſqu'au Pole.

Il vaudroit donc mieux dans nos Climats, ſi l'on ne peut meſurer qu'une étendue de 25 lieues, régler la grandeur de la Terre par des arcs de Méridien que par des arcs de Parallele ; plus les Paralleles ſeront petits ou Septentrionaux, moins la meſure par leurs arcs ſera fautive par rapport à celle qui ſeroit faite par des arcs de Méridien ; & enfin il y a un Climat fort Septentrional où les deux meſures n'ont point d'avantage l'une ſur l'autre.

Tout cela ſuppoſe que l'on ne meſure que 25 lieues terreſtres, valeur d'un degré d'un grand Cercle ; mais ſi l'on en meſure davantage, il y a une nouvelle conſidération à faire. Les erreurs qui viennent des opérations Aſtronomiques, n'en ſont pas plus grandes

pour

pour être faites ſur un plus grand nombre de degrés céleſtes. Que l'on prenne par des hauteurs d'Etoiles 1 ou 2, ou 3, &c. degrés de latitude, il n'y a toujours que l'erreur de 10 Secondes de degré à craindre; de même que l'on prenne par des Immmerſions de Satellites, la différence de deux lieux en longitude, un plus grand éloignement de ces lieux ou un plus grand nombre de degrés dont ils différeront, ne fera pas que les obſervations des Satellites faites à chacun d'eux, en ſoient plus douteuſes, ni qu'il s'y puiſſe gliſſer une erreur de plus de 4 Secondes de tems. Si je meſure ſous l'Equateur une étendue de 50 lieues, l'erreur réſultante des opérations Aſtronomiques qui me donneront 2 degrés de longitude, ſera toujours comme elle étoit, de 950 Toiſes; mais elle ne ſera que de 475 pour chacun des 2 degrés, & elle n'auroit été que de 237 $\frac{1}{2}$, ſi j'avois meſuré 100 lieues, & enfin de 158 $\frac{1}{3}$, ſi j'en avois meſuré 150; or 158 $\frac{1}{3}$ approche fort de 160 Toiſes, qui ſont l'erreur conſtante de la meſure en latitude ſur quelque étendue que ce ſoit, auſſi-bien que ſous un Méridien quelconque, & à une diſtance quelconque de l'Equateur; & on peut remarquer ici que l'erreur de la meſure en longitude, qui eſt par les opérations Aſtronomiques 6 fois à-peu-près plus grande ſur une étendue de 25 lieues priſe ſous l'Equateur, que l'erreur conſtante de la meſure en latitude ſous un Méridien, eſt réparée & égalée à l'autre dans une meſure de 150 lieues ſous l'Equateur, qui ſont 6 fois 25, de même que nous avons

vu

vu d'abord qu'elle étoit réparée & égalée à l'autre quand on prenoit les mêmes 25 lieues ſous un Parallele dont le rayon étoit 6 fois moindre que celui de l'Equateur.

Donc lorſque l'on fait les opérations Trigonométriques ſous l'Equateur, il faut meſurer 150 lieues, ſi l'on veut que cette meſure en longitude ne ſoit pas plus fautive qu'une meſure en latitude; & ſi l'on veut qu'elle ſoit même plus ſure, il faut meſurer plus de 150 lieues, & plus on les paſſera, plus la meſure ſera juſte; ſi l'on meſure ſous un Parallele, il faut paſſer les 150 lieues, & plus le Parallele ſera petit, plus il les faudra paſſer, &c.

Voilà quels ſont les principes qui ſerviroient à comparer enſemble les différens moyens que l'on pourroit employer à meſurer la grandeur de la Terre ſphérique. Elle ne l'eſt plus aujourd'hui, & il s'agit plus de connoitre ſa figure que ſa grandeur; mais les mêmes principes y doivent encore ſervir, non ſeulement parce qu'il eſt ſûr qu'elle ne ſera guere différente d'une Sphere, mais plus eſſentiellement parce qu'il entrera toujours beaucoup de Circulaire dans ſa figure, quelle qu'elle ſoit. M. Clairaut a tranſporté ces principes de la Sphere à un Ellipſoïde quelconque, en les exprimant par Algebre avec toutes les combinaiſons dont ils ſont ſuſceptibles, de ſorte qu'il ne faut plus qu'un peu de calcul pour avoir toutes les réſolutions particulieres qu'on peut chercher.

Si la Terre eſt le Sphéroïde allongé ou l'Ellipſoïde de M. Caſſini, dont le grand axe, qui

qui eſt le diametre du Méridien, ſurpaſſe de $\frac{1}{213}$ le petit axe, M. Clairaut trouve par ſes Formules, que ſous le Cercle Polaire les deux meſures en longitude & en latitude, faites ſur une étendue de 25 lieues, ſeront à-peu-près également ſûres, ce qui convient à la Théorie générale que nous avons expoſée; & c'eſt une utilité particuliere du Voyage du Nord, puiſqu'il eſt avantageux d'avoir pour le même ſujet deux Méthodes égales tant en bonté qu'en facilité.

Comme elles ne ſont ici qu'à-peu près égales, M. Clairaut détermine combien il faudroit, pour leur égalité parfaite, que la meſure fût plus grande que de 25 lieues ſous le même Cercle Polaire; il n'y faudroit ajouter que 3 lieues. Donc ſi l'on eſt à la hauteur du Cercle Polaire, c'eſt-à-dire, à 67 degrés $\frac{1}{2}$, & ſi on ne peut meſurer que 28 lieues, ſoit en longitude, en ſuivant la direction du Cercle Polaire, ſoit en latitude, en coupant ce Cercle à angles droits, il eſt indifférent de laquelle des deux meſures on ſe ſerve, & celle en latitude ayant été depuis l'Equateur juſqu'au Cercle Polaire la plus avantageuſe pour ces 25 lieues, ce ſera de là juſqu'au Pole celle en longitude qui le ſera davantage. C'eſt là une eſpece de bonheur, car quand on ſera parvenu ſous le Cercle Polaire, il ſera, ſelon toutes les apparences, plus aiſé de cheminer en longitude qu'en latitude, c'eſt-à-dire, que d'avancer encore vers le Pole. On a lieu d'eſpérer tout au moins une étendue de 50 lieues, où l'on feroit des opérations d'une grande juſteſſe.

Dans

Dans l'hypotheſe de la Terre ſphérique, l'égalité des deux meſures, pour l'étendue de 25 lieues, n'arrivoit que ſous le Parallele dont le demi-diametre étoit $\frac{1}{6}$ du demi-diametre de la Terre, c'eſt à dire, au 80me degré 25′ de latitude.

Dans l'hypotheſe de l'Ellipſoïde de M. Caſſini, cette même égalité ſe trouve un peu au-delà du Cercle Polaire, peut-être au 68 ou 69me degré, & par conſéquent le point de l'égalité s'eſt avancé vers l'Equateur; d'où il ſuit en général qu'il s'avanceroit encore plus de ce côté-là ſi la Terre étoit plus allongée, & que ce ſera le contraire ſi elle eſt applatie, & plus elle le ſera.

Il eſt poſſible que le Sphéroïde ſoit ou ſi peu allongé ou ſi peu applati, que les erreurs qui ſont ici ſuppoſées inévitables pour le plus ſûr, cachent, & pour ainſi dire abſorbent la différence de ce Sphéroïde à la Sphere. Les Formules de M. Clairaut donnent aiſément les limites où ce péril ſera renfermé pour chaque Sphéroïde, & pour chaque étendue meſurée; & ſuppoſé qu'on ſe trouvât dans ces limites, les mêmes Formules font voir combien il faudroit augmenter l'étendue des meſures. Il ne s'agit en toutes ces matieres, que de s'être une fois mis en poſſeſſion d'une bonne ſource de vérités.

CEtte année M. le Monnier, fils de M. le Monnier, membre de l'Académie, y apporta les productions d'un travail qu'il avoit fait ſur la Lune, travail déja long par rapport

à

à ſa jeuneſſe, & ſuivi avec une extrême aſſiduité. Il avoit entrepris une *Sélénographie*, ou Carte de la Lune, plus exacte que celles que l'on a juſqu'à préſent, auxquelles les bons Inſtrumens & les Méthodes ſcrupuleuſes des derniers tems n'ont pas été employés.

Nous avons parlé aſſez amplement en 1721 * de la Libration de la Lune. C'eſt elle qui fait la principale difficulté de la Sélénographie, en amenant ſur le Diſque apparent de la Lune, mais ſeulement juſqu'à un certain point, des Taches qui n'y étoient pas, & cela ſans aucune Règle qui ſoit encore bien connue. Il faut des pleines Lunes pour voir toutes les Taches qui ſont alors ſur le Diſque, toute la Phaſe entiere, & on n'a pas encore deux pleines Lunes dont on ſoit ſûr que les Phaſes ſoient exactement la même.

Il ſeroit néceſſaire auſſi de ſavoir préciſément quelle eſt la figure de la Lune, ſi c'eſt une Sphere, comme on eſt porté naturellement à le croire, ou un Sphéroïde, comme M. Newton l'a cru dans ſon Syſtême; car il eſt viſible que la détermination de cette figure doit influer ſur la Sélénographie, ainſi que la figure de la Terre influe, les proportions gardées, ſur la Géographie. Pour cela il faut connoitre exactement les deux diametres apparens de la Lune, c'eſt-à-dire, le vertical & l'horizontal, qui certainement différeront le plus par les apparences, à n'y conſidérer que l'apparence, & qui en même tems donneront plutôt que les autres, des indices de différences réelles, s'il y en a.

Le

* pag. 67. & ſuiv.

Le diametre horizontal d'une pleine Lune ſe meſure par le tems qu'il employe à paſſer par le Méridien. Ce tems étant connu, on ſait quelle partie il eſt de celui que la Lune employe à décrire un grand Cercle par ſon mouvement journalier, & l'étendue du diametre obſervé eſt la même partie de l'étendue totale du grand Cercle. L'étendue du diametre vertical ſe prend immédiatement par le Micrometre ſur le Méridien dont il eſt un très petit arc. Il eſt à propos de remarquer que les obſervations faites avant l'invention du Micrometre dans des occaſions où il ſeroit employé aujourd'hui, peuvent aſſez légitimement être ſoupçonnées de n'avoir pas atteint une certaine préciſion. Hévelius & Riccioli, qui ont fait des Sélénographies, ont manqué de ce ſecours.

Les Aſtronomes qui avoient entrepris avec le plus d'art & de ſubtilité de comparer les deux diametres de la Lune, trouvoient toujours le vertical plus grand que l'horizontal, & l'on étoit ſur le point d'en tirer les conſéquences, quand on s'apperçut d'une erreur qui ſe cachoit aſſez finement: peut-être prit-on le prémier ſoupçon ſur ce qu'il n'étoit guere naturel que deux diametres, dont l'un n'eſt horizontal & l'autre vertical que par une poſition accidentelle à l'égard de notre Horizon, poſition qui devoit appartenir tantôt à l'un, tantôt à l'autre, fuſſent néanmoins réellement toujours inégaux de la même façon.

Voici comme M. le Monnier explique la cauſe de l'erreur. La maniere dont on prend

la

la grandeur du diametre horizontal eſt la même que ſi on la prenoit du centre de la Terre, & non de ſa ſurface : un Spectateur, qui comptera le tems employé par le diametre horizontal à parcourir un certain arc d'un Cercle concentrique à la Terre, comptera le même tems, ſoit qu'il ſoit placé au centre de la Terre, ou ſur un point de ſa ſurface ; cela eſt évident, pour peu qu'on y penſe. Mais le diametre vertical, meſuré par le Micrometre, ne l'eſt, & ne peut paſſer pour l'être, que de deſſus la ſurface de la Terre, & il profite, pour ainſi dire, de ce qu'il eſt vu de plus près ; donc on doit le trouver toujours plus grand que l'horizontal, ſuppoſé qu'ils ſoient réellement égaux, & même leur inégalité conſtante d'un certain côté eſt une aſſez bonne preuve de l'égalité réelle, car il ſeroit bien difficile que quelque inégalité réelle ne changeât l'apparence de l'inégalité conſtante. Auſſi M. le Monnier ſe détermine t-il à croire la Lune Sphérique, & il raſſemble pluſieurs choſes qui favoriſent cette concluſion.

En ce cas-là on aura la parallaxe de la Lune d'une maniere nouvelle, on ſaura de combien ſon diametre, vu de deſſus la ſurface de la Terre, ſera plus grand que vu de ſon centre ; or ce ſera là l'effet de la grandeur du diametre de la Terre à l'égard de la Lune, & par conſéquent la parallaxe de la Lune.

Il n'eſt pas néceſſaire de dire qu'il faut faire entrer dans ces calculs & l'inégale élévation de la Lune ſur l'Horizon, & ſon inégale diſtance au centre de la Terre. Celle-ci n'y

n'y a qu'une part très peu conſidérable.

Ce ne ſont encore là que les préliminaires d'une Sélénographie. Pour peu qu'on ait d'idée de la Lune, vue avec le Téleſcope, on ſentira aiſément combien il doit être difficile de poſer juſte ce nombre prodigieux & confus de Taches & de Points lumineux jettés comme au hazard ſur ce Diſque, à deſſein qu'ils échappent aux yeux, même en ſe montrant. M. le Monnier a compté 50 Taches remarquables à un Equinoxe, & 70 à un Solſtice d'Hiver; car à l'Equinoxe le Soleil & la Lune, quand elle eſt pleine, ſont tous deux dans le même Cercle de l'Equateur; & à un Solſtice, loin que le Soleil & la Lune ſoient dans le même Cercle, l'un eſt dans un Tropique, & l'autre dans l'autre, ce qui fait une différence d'aſpect & d'*irradiation* du Soleil ſur la Lune, qu'il eſt facile de ſe repréſenter. Pour les Points lumineux, M. le Monnier en compte plus de 2000.

Tous ces points, ſoit lumineux, ſoit obſcurs, ne changent point de ſituation entre eux, du moins ſenſiblement, & on viendroit enfin à bout, par une très longue ſuite d'obſervations, de les poſer tous ſur une Carte les uns par rapport aux autres, moyennant quoi on auroit la Sélénographie du Diſque qui nous eſt viſible. Mais le mouvement de Libration en longitude & en latitude fait que ce Diſque n'eſt pas toujours le même vers les bords, & il faut ſavoir de combien il change, ou quelle eſt l'étendue de ce changement. Pour cela M. le Monnier choiſit certaines Taches qui ſoient en même tems

&

& très remarquables, & assez proches des bords, sans pouvoir être cependant à portée de disparoître par les changemens que la Libration causera au Disque. Ces Taches sont Grimaldi, Aristarque, Platon, Proclus & Ticho. Elles font presque le tour du Disque dans l'ordre où elles viennent d'être nommées. Il faut à chaque pleine Lune qu'on observera, déterminer leurs distances aux bords du Disque, distances qui seront variables, & entre lesquelles s'offriront d'elles-mêmes les plus grandes & les plus petites possibles, quand le nombre des pleines Lunes observées sera assez grand. On aura alors l'étendue & les limites de la Libration. M. le Monnier donna à l'Académie les Méthodes qu'il a trouvées pour faire dans toute la précision nécessaire des observations si délicates par elles-mêmes.

Il y ajouta l'idée encore plus singuliere d'une Sélénographie construite par des opérations Trigonométriques, à-peu-près pareilles à celles que l'Académie a faites pour la Géographie. Les distances respectives des cinq Taches choisies formeront des Triangles, dont les angles & les côtés se mesureront avec la subtilité de l'Astronomie moderne. Ces Triangles seront fondamentaux, parce qu'ils seront dans un espace entierement exempt des variations de la Libration, & ils serviront à former tous les autres qui comprendront les Points quelconques compris ou dans ce même espace, ou au dehors. On imagine naturellement que ces Triangles doivent être rectilignes, parce qu'ils seront sur

une ſurface qui paroît plane: mais ſi à cauſe de la réalité on vouloit qu'ils fuſſent ſphériques, M. le Monnier a fait voir qu'il n'en ſeroit ni effrayé ni embarraſſé. L'Académie a loué tant de vues & de ſagacité dans une auſſi grande jeuneſſe, jointes à tant d'ardeur pour le travail.

NOus renvoyons entierement aux Mémoires

[a] La maniere de déterminer aſtronomiquement la différence en longitude de deux Lieux peu éloignés, par M. de la Condamine.

[b] L'Obſervation de l'Eclipſe de Lune du 2 Octobre par M. Caſſini.

[c] L'Obſervation de la même Eclipſe par M. de Fouchy.

[d] L'Obſervation de la même Eclipſe par M^rs le Monnier, Pere & Fils.

MECHANIQUE.

SUR LA DEPENSE DES EAUX. [e]

IL eſt évident qu'on ne peut abſolument meſurer la Dépenſe des Eaux, c'eſt-à-dire, la quantité d'Eau qui ſort par une ouverture

[a] V. les M. p. 1.
[b] pag. 642. [c] pag. 646. [d] pag. 647.
[e] pag. 328.

ture dans un certain tems, sans connoître non seulement la grandeur de cette ouverture, mais encore la vîtesse dont l'eau sort. Cette vîtesse dépend, comme l'on sait, de la hauteur d'où l'Eau tombe, & on suppose qu'après en être tombée, elle prend une vîtesse uniforme, & coule horizontalement, ou à-peu-près.

Si l'eau sortoit d'un Tuyau vertical par une ouverture horizontale, il n'y auroit nulle difficulté à mesurer sa vîtesse, la hauteur ou longueur du Tuyau étant connue: mais elle en sort communément par une ouverture verticale, où les parties de la surface de l'eau qui sort ont des vîtesses différentes à cause de leurs différentes hauteurs; les plus basses sortent plus vîte que celles qui sont plus hautes, & cette inégalité est d'autant plus grande que l'ouverture est plus grande. Il faut une Règle générale pour avoir la somme totale de ces vîtesses différentes.

M. Pitot la trouve assez heureusement dans cette proposition que nous avons rapportée d'après lui en 1730 *, que le quarré de la vîtesse uniforme que prendra l'eau est égal à 56 fois la hauteur d'où elle sera tombée. Il sautera aux yeux des Géometres qu'il y a là une Parabole, dont la grandeur constante 56, ou plutôt 56 pieds, puisqu'ici ordinairement on mesure par pieds, étant le Parametre, la hauteur indéterminée du Réservoir sera l'Abscisse, & la vîtesse uniforme correspondante de l'eau sera l'Ordonnée, car dans

* pag. 151. & suiv.

dans la Parabole le produit du Parametre & de l'Abſciſſe eſt égal au quarré de l'Ordonnée.

Si un Réſervoir a une ouverture verticale & quarrée qui commence dès le haut, il eſt donc certain que ſi du haut de ce Réſervoir on décrit une Parabole de 50 pieds de Parametre, du côté où l'eau doit jaillir en ſortant, la hauteur de l'ouverture quarrée ſera l'Abſciſſe compriſe entre la prémiere Ordonnée ou la plus élevée, infiniment petite, & la derniere finie; que ces deux Ordonnées repréſenteront les vîteſſes de l'eau à ſa ſortie du plus haut point, & à ſa ſortie du plus bas; que l'on aura la quadrature de l'eſpace Parabolique compris entre ces deux Ordonnées, ou la valeur de la ſurface d'eau qui ſera ſortie, & en la multipliant par l'autre dimenſion de l'ouverture égale à la prémiere, un Solide Parabolique qui ſera toute la quantité d'eau ſortie avec des vîteſſes partiales différentes. Si l'ouverture étoit rectangulaire au-lieu d'être quarrée, il ſeroit bien aiſé d'y avoir égard. Voilà quel eſt l'uſage de la Parabole.

Le cas de l'ouverture placée tout au haut du Réſervoir eſt le ſeul que les plus habiles Auteurs ayent traité, & peut-être ont-ils omis les autres, dont le calcul eſt plus difficile, faute d'avoir trouvé la Parabole. Mais avec ſon ſecours l'ouverture peut être placée où l'on voudra, la Parabole ſera toujours décrite du point le plus haut du Réſervoir; ſeulement il faudra retrancher du Solide Parabolique une certaine portion déterminée par l'endroit où commencera l'ouverture.

Les

Les ouvertures ſont preſque toujours circulaires, & non pas rectilignes, & alors ce n'eſt plus un Solide Parabolique qu'il faut calculer, mais un Cylindre d'eau, toujours coupé par la même Parabole, c'eſt-à-dire, la portion de ce Cylindre déterminée par cette Parabole, ou plutôt par le plan Parabolique. Le calcul devient plus compliqué, ſur-tout ſi l'ouverture n'eſt pas au haut du Réſervoir; on tombe dans des ſommations de Suites infinies: mais que ne peut aujourd'hui l'art des Géometres?

SUR UNE NOUVELLE THEORIE DES POMPES. *

APRES tout ce qu'on a déja vu de M. Pitot ſur le Mouvement des Eaux, ſur les calculs géométriques qu'on en peut faire, &c. on croira ſans peine qu'il étoit en état de donner une nouvelle Théorie des Pompes, matiere qui, à cauſe de ſa difficulté, n'avoit encore été qu'ébauchée, du moins que l'on ſache, par de fort habiles gens, & qui à cauſe de ſa grande utilité, méritoit d'être traitée plus à fond.

Toute Pompe, ſoit *foulante*, ſoit *aſpirante*, éleve une certaine quantité d'Eau, & la même quantité, toutes choſes d'ailleurs égales. Si la Pompe eſt foulante, le Piſton mû de haut

* Voyez les M. p. 444.

haut en bas, en refoulant l'Eau contenue dans un 1er Tuyau, la fait paſſer dans un 2d, qui communique par embas avec le 1er; l'Eau monte dans ce 2d, & n'en peut plus reſortir, parce qu'elle en eſt empêchée par une Soupape ou Clapet, qui eſt à l'endroit de la communication des deux Tuyaux. Si la Pompe eſt aſpirante, le Piſton mû de bas en haut fait un vuide dans un Tuyau, qui eſt unique, & par-là y fait monter l'Eau, qui n'en peut plus reſortir, parce qu'elle eſt arrêtée par un Clapet. Tout cela eſt extrêmement connu.

L'Eau élevée eſt donc un poids que l'Agent ou la Force qui a mû le Piſton a dû ſoutenir, & élever avec une certaine vîteſſe. Ainſi cet Agent ou cette Force ſe meſure par la quantité d'Eau, & la vîteſſe qui a dû lui être imprimée. La quantité d'Eau eſt d'autant plus grande abſolument, & en elle-même, que la ſurface du Piſton, qui remplit toujours exactement le Tuyau, eſt plus grande. Quant à la vîteſſe, la ſurface du Tuyau étant toujours, par les raiſons que l'on ſait, plus grande que la ſurface de l'ouverture du Clapet par où il faut que l'Eau paſſe, la vîteſſe de l'Eau doit néceſſairement être d'autant plus grande qu'une plus grande quantité d'Eau mue par le Piſton ſera obligée de paſſer par une plus petite ouverture du Clapet, ou, ce qui eſt le même, que la ſurface du Piſton ſera plus grande par rapport à celle du Clapet. Et en même tems ce qui augmente la vîteſſe de l'Eau, augmentant auſſi ſa quantité en même raiſon, la quantité de l'Eau eſt encore

de

de ce chef, d'autant plus grande, que la ſurface du Piſton eſt plus grande par rapport à celle du Clapet. Ce 2d principe de l'augmentation de la quantité d'Eau, tiré de ſa vîteſſe, eſt relatif, au lieu que le 1er étoit abſolu. Les Géometres verront du prémier coup d'œil, que les ſurfaces qui ſont ici circulaires, étant comme les quarrés de leurs diametres, l'expreſſion algébrique de la force néceſſaire pour mouvoir le Piſton eſt la 6me puiſſance du diametre du Piſton diviſée par la 4me puiſſance du diametre du Clapet.

De là il ſuit ſans Algebre que de deux Pompes qui auront des Piſtons égaux & des Clapets inégaux, celle qui aura le plus petit Clapet demandera une plus grande force mouvante, & que par conſéquent il faut faire les ouvertures des Clapets les plus grandes qu'il ſe puiſſe, ce qu'on ne croyoit peut-être pas; & que ſi au contraire les Clapets ſont égaux, & les Piſtons inégaux, la Pompe qui aura le plus grand Piſton, demandera une plus grande force. Mais il n'y a que l'Algebre qui détermine que dans le 1er cas les forces ſeront entre elles en raiſon renverſée des 4mes puiſſances des diametres des Clapets, & dans le 2d en raiſon des 6mes puiſſances des diametres des Piſtons.

La vîteſſe de l'Eau, que nous venons de conſidérer, eſt la vîteſſe *néceſſaire* que le Piſton lui imprime à cauſe du rapport de ſa ſurface à celle du Clapet. Mais il y a une autre vîteſſe de l'Eau qu'on peut nommer *arbitraire*, parce qu'elle dépend du plus ou moins de vîteſſe qu'on voudra donner au Piſton;

lorſqu'il en aura une plus grande, l'Eau aura auſſi une vîteſſe plus grande *de ce chef*, & au contraire.

Quelle que ſoit la force *abſolue* qui meut le Piſton, réglée par le rapport des puiſſances marquées ci-deſſus du diametre du Piſton à celui du Clapet, c'eſt toujours une force qui priſe en elle-même peut être conſidérée comme une Colonne d'eau d'un certain poids, peſant ſur ſa baſe; & ſi l'eau s'échappoit de cette baſe, elle auroit une vîteſſe qui s'exprimeroit par la racine quarrée de la hauteur de la Colonne. Si l'on comparoit deux différentes Colonnes, les vîteſſes différentes de l'eau qui en ſortiroit, ſeroient comme les racines de leurs hauteurs. Les hauteurs ſont tout ce qui fait la force de ces Colonnes pour pouſſer l'eau, donc en mettant à la place de ces hauteurs deux différentes forces abſolues motrices du Piſton dans deux différentes Pompes, leurs racines ſeront les expreſſions des deux différentes vîteſſes que prendra l'Eau dans les deux Pompes.

Il ſuit de-là très évidemment que ſi les forces abſolues motrices de deux Piſtons en deux différentes Pompes ſont égales, les vîteſſes de l'Eau élevée de part & d'autre ne ſont que la même, quelque différence qu'il y ait d'ailleurs dans les Pompes; car on voit aſſez que les différens rapports des Piſtons aux Clapets ſe feront combinés de maniere à ne pas empêcher, ou même à produire l'égalité des forces abſolues.

Quoiqu'ici l'Eau ſoit élevée avec la même vî-

vîteſſe, il eſt clair cependant que ce n'eſt pas en la même quantité. Le Piſton, dont la ſurface eſt la plus grande, en éleve une quantité plus grande en même raiſon.

La vîteſſe étant déterminée de 1 pied en 1 Seconde, par exemple, il y a un Cylindre d'Eau élevée, dont la hauteur eſt de 1 pied, & la baſe eſt la ſurface connue du Piſton. Ainſi dans le cas préſent on a deux Cylindres d'eau dont la hauteur eſt égale, & qui par conſéquent ſont comme leurs baſes, ou les ſurfaces des Piſtons. Voilà le fondement du calcul qu'on peut faire de toute la quantité d'Eau élevée. On ſait que 1 pied cubique d'eau peſe 70 livres, & que 1 pied cylindrique, c'eſt-à-dire, le cylindre qui ayant auſſi 1 pied de hauteur, a 1 pied pour diametre de ſa baſe circulaire, peſe 55 livres. Autant qu'il y a de pieds cylindriques dans la quantité d'Eau élevée par la Pompe en 1 Seconde, autant il y a de fois 55 livres, & par-là on a le poids ou la quantité d'Eau élevée en tout autre tems plus long que 1 Seconde.

Ici, comme en toute autre Machine poſſible, il y a toujours égalité entre la force mouvante ou la puiſſance mue d'une certaine vîteſſe, & l'effet produit ou un poids mu. Si un homme tirant ou pouſſant horizontalement, a une force de 25 livres, & une de 40 à 50 quand il agit verticalement, parce qu'alors il employe le poids de ſon corps, & ſi dans l'une ou l'autre de ces actions il a une vîteſſe de 3 pieds en 1 Seconde, il ſe fera un produit de cette force

par cette vîteſſe, tel que cet homme ne le pourra jamais excéder en faiſant mouvoir un Piſton de Pompe, c'eſt-à-dire, que le produit de la quantité d'Eau qu'il élevera par la vîteſſe dont elle ſera élevée, ne ſera jamais qu'égal à ce prémier produit poſé. Une Pompe ſera la plus parfaite qu'il ſe puiſſe, quand elle ne fera pas un effet moindre que celui que cette égalité promet.

Juſqu'ici nous n'avons parlé que des Pompes en général, ſoit aſpirantes, ſoit foulantes; les aſpirantes, qui ſont & les plus utiles, & les plus communes, & en même tems les plus curieuſes à examiner, demandent des conſidérations particulieres.

Soit une Pompe aſpirante d'une longueur ou hauteur indéterminée, & dont le Piſton puiſſe parcourir toute l'étendue, de ſorte qu'étant au plus bas qu'il puiſſe être il poſe ſur le Clapet: il eſt certain que ſi alors on tire ce Piſton, & qu'on l'éleve juſqu'à la hauteur de 32 pieds, l'Eau ayant ouvert le Clapet ſuivra le Piſton juſqu'à cette hauteur, & non pas au-delà, quand même il iroit plus loin. Tout le monde en ſait la raiſon: une Colonne de toute l'Atmoſphere, n'égale en poids qu'une Colonne d'Eau de même diametre & de 32 pieds de haut.

Si le Piſton, qui auroit eu alors dans la Pompe une étendue de mouvement ou un *jeu* de 32 pieds au moins, n'en pouvoit pas avoir un ſi grand, comme en effet il eſt très rare dans la pratique que cela puiſſe être, il y auroit eu donc au bas de la Pompe un vuide, c'eſt-à-dire, un eſpace rempli ſeulement d'un

air

air condenſé, comme il l'eſt, au bas de notre Atmoſphere, & tel que nous le reſpirons. Le Piſton qui n'avoit pu deſcendre que juſqu'au haut de cet eſpace étant enſuite élevé, l'air du vuide s'étend & ſe raréfie néceſſairement pour ſuivre le Piſton, & ſe raréfie d'autant plus que le Piſton s'éleve davantage, parce que cet air en a un eſpace d'autant plus grand à remplir. En même tems la Colonne d'air extérieur qui peſe ſur l'Eau où trempe le bout inférieur de la Pompe, ayant tout ſon poids égal à celui d'une Colonne d'eau de 32 pieds, & étant plus forte que la Colonne d'air raréfié contenue dans la Pompe, y fait monter de l'Eau juſqu'à un certain point, & ce point eſt plus ou moins haut ſelon l'excès de force de la Colonne d'air extérieure ſur l'intérieure. Or cet excès eſt d'autant plus grand que la Colonne intérieure eſt plus raréfiée par rapport à l'extérieure toujours conſtante, & cette intérieure eſt d'autant plus raréfiée qu'elle occupe, après le mouvement du Piſton, un eſpace plus grand que celui qu'elle occupoit auparavant, & ce 2d eſpace qu'elle occupe eſt d'autant plus grand par rapport au 1er que le 1er étoit plus petit, & que le Piſton s'eſt enſuite plus élevé : d'où il ſuit manifeſtement que dans une Pompe où il y avoit un prémier vuide entre le Clapet & le Piſton, l'Eau s'éleve d'autant plus que ce vuide étoit plus petit, & que le jeu du Piſton eſt plus grand, & au contraire ; car il eſt bien clair que plus ce vuide ſeroit grand, & le jeu du Piſton petit, moins la Colonne de l'air de la Pompe ſe ra-

réfieroit, plus elle auroit de force pour réſiſter à la Colonne extérieure, & par conſéquent à l'élévation de l'Eau.

Il y a donc toujours une proportion géométrique dont les 4 termes ſont, la hauteur de l'eſpace qu'occupe dans la Pompe l'air raréfié, celle de l'eſpace qu'il occupoit étant condenſé, les 32 pieds de la Colonne conſtante de l'air extérieur, les mêmes 32 pieds diminués de la hauteur de l'Eau qui eſt entrée dans la Pompe, ou, ce qui eſt le même, s'y eſt élevée par le jeu du Piſton. Les expreſſions algébriques de ces 4 grandeurs ſont très aiſées à trouver : l'air raréfié s'exprime par la hauteur de l'air condenſé, plus celle du jeu du Piſton, moins celle de l'Eau élevée, ce qui ne laiſſe aucune difficulté pour les autres expreſſions. De cette proportion ou Equation fondamentale & généralé, M. Pitot ne manque pas d'en faire tout l'uſage qu'il ſe peut pour réſoudre différentes queſtions qui ſe préſentent.

Si, par exemple, on demande quel doit être le jeu du Piſton, afin que l'Eau s'éleve à la hauteur du vuide qui étoit dans la Pompe, on trouve auſſi-tôt que ce jeu du Piſton ſera égal au produit de 32 pieds & de la hauteur du vuide, diviſé par 32 pieds, moins cette hauteur : d'où il ſuit que plus cette hauteur ſera petite par rapport à 32 pieds, plus ſera petit le jeu du Piſton ; & que ſi enfin il n'y avoit point de vuide, le jeu du Piſton ſeroit nul. Cela ne ſignifie pas que le Piſton ne pourroit jouer pour élever l'Eau, le contraire eſt bien conſtant ; mais que le

jeu

jeu du Piſton n'auroit point d'étendue déterminée. Les expreſſions algébriques diſent toujours vrai, mais il faut les entendre.

Si au contraire la hauteur du vuide devient plus grande par rapport à celle de 32 pieds, dont elle eſt retranchée, le jeu du Piſton en doit être toujours plus grand; & ſi enfin elle eſt égale à 32 pieds, le jeu du Piſton eſt infini, autre expreſſion algébrique plus difficile à entendre que la prémiere: car ni un jeu de Piſton ne peut être infini dans la réalité, ni il n'eſt vrai que le vuide ayant été pris égal en hauteur à 32 pieds, le Piſton eût beſoin d'une force infinie pour s'élever, & attirer l'Eau; il eſt bien ſûr & bien évident qu'il s'éleveroit, & l'attireroit mû avec la plus petite force finie. Que veut donc dire l'expreſſion algébrique?

Le vuide ayant 32 pieds, & le Piſton étant poſé à cette hauteur, pour peu qu'on l'éleve, la Colonne d'air extérieur équivalente à 32 pieds d'eau ſe raréfie à proportion, & par conſéquent l'Eau commence à monter. Si le Piſton étoit élevé de 32 pieds, la Colonne de l'air du vuide en auroit donc 64 de hauteur au lieu de 32 qu'elle avoit, & par conſéquent ſeroit 2 fois plus raréfiée, & auroit 2 fois moins de force pour réſiſter à la Colonne de l'air extérieur, & à l'élévation de l'Eau, & laiſſeroit monter 16 pieds d'Eau, moitié de la Colonne de 32 pieds. Si enſuite on éleve encore le Piſton de 32 pieds, la Colonne d'air extérieur affoiblie par les 16 pieds d'Eau qu'elle a élevés dans la Pompe, & qu'elle y ſoutient, ne peut plus élever à cet-

te 2de fois que la moitié de l'Eau qu'elle avoit élevée la 1re fois, c'eſt-à-dire 8 pieds; & de même à une 3me fois, quoique le Piſton y ſoit plus élevé de 32 pieds, on aura 4 pieds d'élévation nouvelle, & enſuite 2 & 1, ce qui fait déja une ſomme totale de 31 pieds: mais comme on n'auroit après cela que $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, &c. dont la ſomme pouſſée à l'infini ne fait que 1, il eſt clair que pour avoir la ſomme géométriquement exacte de 32 pieds d'eau élevés, il faudroit que le Piſton fût élevé à 32 pieds une infinité de fois ſucceſſives, & l'une au deſſus de l'autre, ou, ce qui eſt le même, qu'il eût un jeu infini.

Il eſt vrai que nous n'avons juſqu'ici conſidéré l'élévation de l'Eau que comme faite par un ſeul ou prémier coup de Piſton, & que le raiſonnement qui vient d'être fait eſt fondé ſur une infinité de coups ſucceſſifs: mais il eſt viſible que ſi dans la même hypotheſe de 32 pieds de vuide, on ne vouloit qu'un ſeul coup de Piſton, il faudroit de même que le Piſton parcourût un eſpace infini, mais continuement, au lieu que nous avons conçu qu'il ne le parcouroit que par repriſes infiniment répétées; & par-là la ſolution du Problême rentre dans l'hypotheſe que nous avions toujours faite tacitement d'un prémier ou ſeul coup de Piſton.

On peut obſerver que cette derniere ſolution donne en général l'idée de ce qui arrive par les coups de Piſton ſucceſſifs. Ils ſont tous également pénibles à l'Agent, & font toujours une moindre élévation d'Eau. C'eſt

le

le prémier qui règle tous les autres, & il ſera connu par la Théorie préſente.

M. Pitot a pris un tour différent pour la ſolution de ce cas du vuide de 32 pieds. Il y trouve des Racines imaginaires, & il en conclud que ces Racines marquent que l'on peut toujours par de nouveaux coups de Piſton augmenter l'élévation de l'Eau, ce qui eſt vrai; mais peut-être paroitroit-il ſurprenant que des Racines imaginaires qui emportent toujours l'impoſſibilité du Problême dont il s'agit, en donnaſſent ici une ſolution non ſeulement réelle, mais plus étendue & plus ample qu'on ne l'attendoit. Cette difficulté eſt levée par notre ſolution du même cas, qui nous a jettés dans l'Infini; car quoique l'Infini ne ſoit pas imaginaire, il eſt auſſi impoſſible dans la réalité que l'imaginaire, & il y a lieu d'admirer ici combien les indications de l'Algebre ſont ſûres, lors même qu'elles ont de l'obſcurité.

Nous avons ſuppoſé juſqu'à préſent des Pompes terminées par leur Clapet qui trempoit dans l'Eau, dont une partie devoit s'élever; mais ſouvent leur conſtruction eſt différente, ſur-tout quand il faudroit qu'elles fuſſent fort longues, & que l'on veut épargner la matiere. On met au deſſous du Clapet un Tuyau qu'on nomme l'*aſpirant*, d'un diametre égal à celui du Clapet, mais moindre que celui du Piſton ou du *corps* de Pompe. Le bout inférieur de l'aſpirant trempe dans l'Eau, c'eſt par-là qu'elle s'éleve. Il eſt viſible que ſi l'aſpirant n'eſt que de la hauteur néceſſaire pour faire que le jeu du Piſton éle-

ve

ve l'Eau juſqu'au Clapet, elle n'aura plus de force pour entrer dans le corps de Pompe, & que par conſéquent l'effet de la Pompe ſera le plus petit qu'il puiſſe être.

En cet état l'Eau aſpirée étant de la même hauteur que l'aſpirant, la proportion trouvée ci-deſſus ſe change en une peu différente, dont les 4 termes ſont la hauteur de l'air raréfié qui n'eſt plus que celle du jeu du Piſton plus celle du vuide qui eſt dans le corps de Pompe, la hauteur de ce vuide ou l'air condenſé, les 32 pieds de la Colonne d'eau qui égalent tout le poids de l'Atmoſphere, & ces mêmes 32 pieds diminués de la hauteur de l'Eau entrée dans l'aſpirant. Cette Pompe peut être appellée *fictice*, parce qu'elle ne ſeroit pas d'uſage, & c'eſt à elle que commencera la Suite des Pompes qu'on peut exécuter.

La proportion géométrique qui exprime la nature de la Pompe fictice n'a que 3 grandeurs qui puiſſent varier, la hauteur de l'aſpirant, celle du jeu du Piſton, & celle du vuide du corps de Pompe; & par conſéquent 2 de ces grandeurs étant connues ou données, la 3me s'en déduit auſſi-tôt néceſſairement.

Si, par exemple, le jeu du Piſton étant donné de 8 pieds, & celle du vuide de 2, on demande quelle ſera dans la Pompe fictice celle de l'aſpirant, elle ſe trouvera très aiſément de 25 pieds $\frac{1}{7}$, c'eſt-à-dire, qu'il faudra que l'aſpirant ait 25 pieds $\frac{1}{7}$, afin que l'Eau aſpirée s'éleve ſeulement juſqu'au Clapet ſans entrer dans le corps de Pompe; & comme

l'Eau

l'Eau y entreroit dès que l'aſpirant ſeroit moins haut ou plus court, il s'enſuit que tout nombre au deſſous de 25 ½ pourra être la hauteur de l'aſpirant d'une Pompe non fictice, où l'Eau entrera dans le corps de Pompe, & qui aura 2 pieds de vuide, & 8 de jeu de Piſton; & cette Pompe ſera d'autant plus parfaite que la hauteur de l'aſpirant ſera au deſſous de 25 ½. C'eſt ainſi que la Pompe fictice devient modele par ſon extrême imperfection.

De même ſi dans la Pompe fictice la hauteur du vuide eſt 2, & celle de l'aſpirant 25 ½, le jeu du Piſton ſera 8; c'eſt à dire, que l'Eau aſpirée n'étant alors arrivée qu'au Clapet par ce jeu de Piſton, elle montera plus haut dès qu'il ſera un peu plus grand que 8, & que plus il paſſera ce nombre, plus la Pompe ſera parfaite.

Cela ſuffit pour faire comprendre comment deux des trois grandeurs qui entrent dans la Pompe fictice étant données, ou, ce qui eſt le même, deux aſſujettiſſemens ſur trois, où l'on peut ſe trouver en cette matiere, étant ſuppoſés, la Théorie de M. Pitot donnera des Pompes d'une perfection telle qu'on voudra, & qui n'aura de bornes que celles que la pratique & l'exécution mettent néceſſairement à tout.

Feu M. Parent, qui avoit de grandes vues pour évaluer par Géométrie le plus haut point de perfection où l'on puiſſe porter les Machines en général, avoit propoſé ſur le ſujet des Pompes huit Problêmes à réſoudre, qu'il jugeoit auſſi difficiles & plus dignes d'at-

ten-

tention que ceux qui ne sont que de pure curiosité, & n'ont que le mérite d'embarrasser les grands Géometres. M. Pitot les a tous résolus par sa Méthode, & les deux exemples que nous venons de donner sont deux de ses solutions. La plupart des autres Problêmes sont un peu plus compliqués; mais la solution en est également facile par la Théorie de M. Pitot. Le principe en est si bon, qu'il ne faut pas beaucoup d'art pour le manier.

SUR LA LONGUEUR DU PENDULE. *

QUAND le Voyage du Pérou fut résolu dans l'Académie, on ne manqua pas de penser qu'il ne falloit pas s'en tenir à la mesure actuelle des degrés dans un Climat si éloigné pour décider la question de la Figure de la Terre, mais qu'il y falloit encore employer la mesure de la longueur qu'on trouveroit au Pendule qui y battroit les Secondes, parce qu'elle serviroit aussi à la même décision. Quelque tems après on résolut le Voyage de Suede dans les mêmes vues que celui du Pérou, & ces deux Voyages devoient être d'autant plus utiles que le Pérou & la Suede sont plus éloignés. Il falloit aussi songer d'autant plus à en profiter, qu'ils ne pouvoient être que fort rares. Des Académies ne sont pas toujours en état d'envoyer si loin des Commissaires ou des Députés, & le

* V. les M. p. 205.

de tems n'eſt pas encore venu où les Savans n'ayent qu'à écrire ſous l'Equateur ou ſous le Pole pour ſatisfaire leur curioſité. Autrefois un Grec, qui vouloit ſavoir des nouvelles de l'Egypte à laquelle il touchoit, étoit obligé d'y aller.

On a vu en 1700 * & en 1703 † ce qu'on a fait juſqu'à préſent pour la détermination de la longueur du Pendule à Secondes, comment cette détermination tire à conſéquence pour la figure de la Terre, & combien en même tems elle eſt difficile, puiſqu'il eſt arrivé que de bons Obſervateurs ne trouvaſſent à cet égard aucune différence entre Paris & Copenhague.

Pour connoître, s'il eſt poſſible, la variation de la longueur du Pendule en différens Climats, il faut avoir établi bien ſurement la longueur qu'il a en un certain lieu, à Paris, par exemple; & c'eſt ce que M. de Mairan a entrepris de faire par une ſuite d'opérations qui ont duré trois mois de l'Eté de cette année. Il eſt impoſſible que dans un ſi long tems on ne penſe à tout, que l'on n'eſſaye de tout, que l'on ne remédie à tout.

Voici une idée générale des opérations de M. de Mairan. D'un côté une Horloge bien réglée ſur le tems moyen, bien vérifiée, battoit les Secondes de ce tems, ou les marquoit, ou même quelquefois les ſonnoit. De l'autre un Pendule, c'eſt-à-dire, comme on ſait, un Poids ſuſpendu à un fil d'une longueur connue, tiré de ſon point de repos, fai-

* pag. 158. & ſuiv. † pag. 159. & ſuiv.

faiſoit des vibrations ou oſcillations que l'on comptoit; ſi leur nombre étoit préciſément égal à celui des Secondes donné par l'Horloge, le fil du Pendule, ou, comme on parle communément, le Pendule étoit donc de la longueur dont il devoit être à Paris pour battre les Secondes. Mais ſi ces deux nombres n'étoient pas égaux, comme on ne comptoit pas effectivement qu'ils dûſſent l'être, on ſe ſervoit d'une Analogie fondamentale de Théorie qu'il faut rappeller ici.

Selon le Syſtême de Galilée, un corps peſant qui tombe, parcourt des eſpaces qui ſont entre eux comme les quarrés des tems employés à les parcourir, ou des vîteſſes acquiſes à la fin de ces tems. Cela étant appliqué aux Pendules, les eſpaces qu'ils parcourent en faiſant leurs vibrations ſont des arcs de Cercles, dont les longueurs des Pendules ſont les rayons, & par conſéquent les arcs ou les eſpaces parcourus par les Pendules ſont entre eux comme leurs longueurs. D'un autre côté les vîteſſes des Pendules ſont plus grandes en même raiſon que le nombre des vibrations faites en même tems eſt plus grand. Donc les longueurs des Pendules ſont entre elles comme les quarrés des nombres des vibrations faites en même tems, & l'on entend aſſez que cette proportion eſt renverſée, car le plus grand nombre de vibrations appartient toujours néceſſairement aux longueurs plus petites. Si l'on ſait que les nombres des vibrations de deux Pendules ſont 2 & 3, on ſaura auſſi-tôt que leurs longueurs ſont comme 4 & 9, la longueur 4 appartenant

à

à celui qui fait 3 vibrations. Si le plus petit Pendule étoit 1, qui feroit donc 3 vibrations, le grand qui n'en feroit que 2 seroit $\frac{2}{4}$ ou 2 $\frac{1}{4}$.

Par-là il est très aisé de voir quelle Analogie M. de Mairan tiroit de son observation. Le nombre des Secondes que lui donnoit son Horloge pendant un certain tems, & le nombre des vibrations que son Pendule quelconque avoit faites pendant le même tems, étant tous deux quarrés, avoient le même rapport que la longueur connue de son Pendule, & celle d'un autre Pendule cherché qui n'auroit fait qu'un nombre de vibrations égal à celui des Secondes de l'Horloge, & qui par conséquent auroit battu les Secondes.

Tel est l'esprit de la Méthode, mais les détails de la pratique en sont presque infinis. Comme il ne s'agit que de 1 ligne ou tout au plus de 1 ligne $\frac{1}{2}$ sur une longueur qui sera certainement un peu au dessous de 3 pieds 9 lignes, & qu'est-ce que 1 ligne sur 153? le nombre des attentions nécessaires pour l'exactitude est d'autant plus grand, & elles sont d'autant plus nécessaires, & en même tems d'autant plus délicates, que la quantité dont on cherche à s'assurer est plus petite. Quand on verra toutes les précautions de M. de Mairan, on sera plutôt étonné qu'il y en eût tant à en prendre, que l'on n'imaginera qu'il ait pu lui en échapper quelqu'une. Nous ne nous engageons pas à rappporter tout, ni dans tout le détail qui pourroit cependant y être utile.

Ceux à qui cette matiere sera nouvelle, pour-

pourroient d'abord demander pourquoi l'on cherche la longueur du Pendule à Secondes, lorſque l'on a une Horloge qui les bat régulierement & d'accord avec le mouvement des Etoiles fixes; car cette Horloge a un Pendule dont on n'a qu'à meſurer la longueur, & n'eſt-ce pas là celle du Pendule à Secondes toute trouvée? Il eſt vrai qu'elle peut l'être, mais elle peut auſſi ne l'être pas. Celle que l'on cherche eſt celle d'un Pendule qui tombant par la ſeule action de la Peſanteur, décrive chacun de ſes arcs circulaires préciſément en 1 Seconde: le Pendule de l'Horloge n'eſt pas dans ce cas-là, ce n'eſt pas la ſeule Peſanteur qui le meut, c'eſt auſſi le Reſſort, & en général toute autre puiſſance motrice de l'Horloge, tout l'aſſemblage de la Machine agit ſur lui. C'eſt un Problême délicat que de déterminer de combien, en vertu de ſa conſtruction ou de ſa compoſition, ſa longueur eſt altérée par rapport à celle d'un Pendule abſolument ſimple, & la difficulté du Problême a invité M. de Mairan à le réſoudre. Ainſi l'Horloge n'eſt qu'une piece de *comparaiſon* qui ne ſert qu'à donner les Secondes écoulées pendant le tems que le Pendule d'*obſervation* ou d'*expérience*, dont la longueur eſt encore indéterminée, fait ſes vibrations.

Comme l'erreur dans les opérations, & principalement dans leurs réſultats, ſera d'autant moins à craindre que l'on aura obſervé un plus grand nombre de battemens tant du Pendule de l'Horloge que de celui d'expérience, il faut donc que celui-ci batte aſſez long-

tems.

tems. Tout ce qui pourroit l'en empêcher & arrêter ſon mouvement, c'eſt la réſiſtance de l'Air. L'Air réſiſte à une vîteſſe quelconque ſelon le quarré de cette vîteſſe ; & un Pendule plus court en a plus de vîteſſe, donc l'Air lui réſiſtera davantage *de ce chef*, & il y faut avoir égard dans le choix de la longueur.

Par rapport à cette même durée du mouvement du Pendule d'expérience, plus le Poids, que l'on ſuppoſe être une boule ou une Sphere de métal attachée au bas du fil, ſera grand, plus il aura de force par ſa maſſe pour vaincre la réſiſtance de l'Air, & moins il éprouvera cette réſiſtance à raiſon de ſa ſuperficie ; car dans une Sphere la ſolidité croît ſelon une plus grande raiſon que la ſuperficie : donc quand le Poids ſphérique ſera plus grand, ſon mouvement ſera moins diminué par l'Air, & durera plus longtems.

Si on prend le Pendule d'expérience beaucoup plus long que celui de l'Horloge, égal à-peu-près à celui qui doit battre les Secondes, c'eſt-à-dire, à 3 pieds 8 lignes plus ou moins, ce Pendule ſi long aura bien-tôt des vibrations ſi lentes, qu'il ſera difficile de diſcerner à l'œil la fin d'une vibration d'avec le commencement de la ſuivante, le Pendule ſera en quelque ſorte ſtationnaire pendant quelques inſtans, & quand on voudra terminer l'opération, on ne ſera pas bien ſûr de la terminer par la rencontre juſte de la fin d'un nombre total des vibrations du Pendule avec la fin d'un battement de Seconde de l'Horloge. M. de Mairan démontre que ſi on

ſe

ſe trompoit ſeulement de $\frac{1}{4}$ ſur la derniere vibration du Pendule d'expérience, l'erreur dans la concluſion qu'on en tireroit pour la longueur du Pendule à Secondes, ſeroit de plus de $\frac{1}{7}$ de ligne, ce qui eſt très conſidérable par rapport à la préciſion que l'on cherche. $\frac{1}{10}$ de ligne même ſeroit encore ici une trop grande quantité.

Le meilleur remede à cet inconvénient des longs Pendules, eſt de les prendre tels que le nombre de leurs vibrations, néceſſairement moindre que celui des vibrations ou battemens du Pendule de l'Horloge, lui ſoit commenſurable, par ex. qu'il ſoit 7, comme il ſera pour un Pendule de 6 pieds & près de 3 pouces, tandis que le nombre des vibrations ou Secondes de l'Horloge ſera 10. Les deux Pendules ſe rencontreront donc, ou auront un inſtant de *concours*, de 10 en 10 Secondes; & quand l'Horloge en aura battu 100, le Pendule d'expérience aura fait 70 vibrations juſte. Ainſi un premier ou deux prémiers concours étant bien obſervés, & ce ſont heureuſement ceux qu'il ſera le plus facile de bien obſerver, on ſera diſpenſé de la peine deſagréable, & par-là même ſujette aux mépriſes, de compter ſans relâche toutes les vibrations du Pendule d'expérience, on pourra ſans péril en interrompre l'obſervation, l'abandonner, & quand on y reviendra on ſaura par l'Horloge combien il aura fait de vibrations, pourvu que l'on prenne toujours ſur l'Horloge un nombre de Secondes multiple de 10.

Si on donne au Pendule d'expérience une lon-

longueur fort approchante de celle du Pendule de l'Horloge, les deux Pendules commenceront par battre ſenſiblement enſemble, mais non pas exactement, puiſqu'ils ne ſont pas parfaitement égaux; à la longue ils ſe ſépareront, l'un gagnera toujours un peu ſur l'autre, & enfin gagnera un battement entier, c'eſt-à dire que ſuppoſé qu'ils ayent commencé par tomber enſemble de droite à gauche, celui qui aura gagné un battement entier tombera de gauche à droite, & du point le plus haut, qu'il le puiſſe à gauche, dans le même inſtant que l'autre commencera une vibration en tombant de droite à gauche. C'eſt-là ce que M. de Mairan appelle *moment d'oppoſition.* Celui qui a gagné, continuant à gagner, il gagnera encore un battement, moyennant quoi il reviendra au concours, à tomber de droite à gauche avec l'autre, comme il avoit fait dans le prémier inſtant où ils ſont partis enſemble. Mais de ce prémier inſtant de concours au dernier, il y a eu néceſſairement un grand intervalle, & dans cet intervalle deux battemens de plus ou de moins au Pendule d'expérience, ſelon qu'il aura gagné ou perdu; & c'eſt ce qui pourra être incertain, à cauſe de la facilité de ſe tromper en comptant un grand nombre de vibrations pendant un long tems. M. de Mairan en conclud qu'il vaut mieux que les longueurs des deux Pendules ſoient aſſez ſenſiblement différentes.

Tout le monde ſait que la longueur du Pendule d'expérience n'eſt pas celle du fil depuis ſon point de ſuſpenſion juſqu'au point où le Poids ſphérique y eſt attaché, ni même

juſqu'au centre de cē Poids; mais que c'eſt la longueur ou diſtance qui eſt depuis le point de ſuſpenſion du fil juſqu'au centre d'*oſcillation* du fil & du Poids enſemble. Il ſeroit bon de ſe rappeller ici ce qui a été dit en 1703 * ſur les centres d'Oſcillation. Si le fil, & c'eſt-là le cas général, a par lui-même un poids qui puiſſe être quelque choſe par rapport au Poids proprement dit, ou à la Boule, il ſe fait un Pendule *compoſé*, dont le centre d'oſcillation eſt au deſſus de la Boule ſur quelque point du fil d'autant plus haut que le poids du fil ſera plus grand, & la diſtance du point de ſuſpenſion du fil à ce centre d'oſcillation eſt la vraye longueur du Pendule. Si le poids du fil n'eſt pas à compter, ce qui eſt le plus commun, le centre d'oſcillation n'eſt pas même alors au centre de la Boule; M. Huygens a démontré qu'il étoit plus bas ſelon une certaine proportion du rayon de la Boule à la longueur du fil, parce qu'il a fallu avoir égard, non au poids du fil, qui ne ſubſiſtoit plus, mais à la diſtance de la Boule au point de ſuſpenſion du fil, qui ſubſiſtoit toujours. On a fait voir dans l'endroit cité, combien ces diſtances ſont importantes. Si la longueur du fil excede juſqu'à un certain point le rayon de la Boule, cet abbaiſſement du centre d'oſcillation au deſſous du centre de la Boule ne ſera plus à compter.

La longueur du Pendule d'expérience ne ſera donc plus celle d'un Pendule compoſé, & par-là ſujette à des modifications pénibles, ſi

* pag. 140. & ſuiv.

ſi ce n'eſt dans le cas où le poids du fil aura un rapport ſenſible à celui de la Boule, comme lorſqu'il ſera de métal, & la Boule d'une certaine petiteſſe. On pourra augmenter la Boule, mais un grand poids agira avec aſſez de force pour tirer, pour étendre & pour allonger, peut-être continuellement, le fil de métal, d'autant plus que le Pendule qui décrit des arcs circulaires, acquérant toujours d'inſtant en inſtant, dans le cours de chaque demi-vibration, une plus grande vîteſſe, ſa force centrifuge croiſſante ſe joindra à l'action de la peſanteur pour tirer le fil, & ce qui n'eſt pas un moindre inconvénient, pour le tirer inégalement, & par repriſes.

Le fil de métal a encore une défectuoſité. Dans les expériences de M. de Mairan le fil du Pendule eſt ſuſpendu à une Pince d'Acier formée de deux lames qui prennent entre elles le bout ſupérieur de ce fil, & le ſerrent par des Vis autant qu'on le juge néceſſaire. Le fil mis en mouvement va donner de part & d'autre contre le tranchant inférieur de chacune des deux lames parfaitement égales & paralleles, & c'eſt ce point où il les rencontre que l'on prend pour ſon point de ſuſpenſion, & d'où l'on compte ſa longueur, s'il eſt d'une matiere fort flexible, parce qu'il ſe fait là un pli au deſſous duquel ſeulement toutes ſes parties prennent le mouvement d'oſcillation. Mais ſi le fil eſt de métal, ſon peu de flexibilité empêche le pli de ſe former préciſément au tranchant de la lame, il ne peut ſe former qu'un peu plus bas, parce que la force qui meut le fil a beſoin d'être aidée

par un petit bras de levier, & par conſéquent la vraye longueur du Pendule en eſt réellement un peu moindre. Mais ce moins, ce point précis du pli, ſont des choſes incertaines.

Si le fil eſt de lin, de chanvre, de ſoye, le poids de la Boule l'allongera fort aiſément, & il faut du moins avant que de s'en ſervir, l'avoir laiſſé quelque tems chargé de ce poids, afin qu'il ait pris toute l'extenſion qu'il peut prendre, & qu'il ne rende pas les expériences, où il ſera employé, fautives par une augmentation de longueur imprévue & inconnue.

Un fil de Pite, qui eſt une côte d'une feuille d'Aloès, eſt ce que M. de Mairan a trouvé de meilleur pour cet uſage; il a aſſez de flexibilité, & en même tems il ne s'étend pas facilement. Cependant pour profiter auſſi des avantages qu'auroit un fil de métal par ſa force, & ſur tout par ſon uniformité plus grande que ne peut être celle d'une matiere végétale, M. de Mairan propoſe un fil de Pendule compoſé de deux fils, l'un de Pite dans ſa partie ſupérieure, où l'on a beſoin de flexibilité, l'autre de métal pour la partie inférieure.

Quant aux Boules, on voit déja en général par tout ce qui a été dit, qu'il les faut d'un poids proportionné à la force & à la longueur du fil; mais il y a encore quelques conſidérations à faire.

Une Boule de métal peut ſe trouver par les accidens de la fonte, plus chargée de matiere en un endroit que dans les autres, ou avoir

avoir quelque vuide, que l'on appelle une *soufflure*. Tout cela change son centre de gravité, & l'empêche d'être le même que le centre de figure; & par conséquent le centre total d'oscillation du Pendule, qui se règle par rapport au centre de gravité, change aussi. Il hausse ou baisse sur le fil du Pendule, hausse pour un excès de matiere qui sera dans la partie supérieure de la Boule attachée au fil, baisse, si ce même excès est dans la partie inférieure. Ce sera le contraire pour une soufflure. Il est vrai que M. de Mairan, à qui cette attention n'échappe pas, a trouvé qu'il ne pouvoit résulter de-là aucun effet sensible, même en cette matiere qui exige une précision si rigoureuse: mais il falloit savoir qu'il n'y avoit rien à craindre de ce côté-là, & M. de Mairan ne fait pas de difficulté d'augmenter le poids de la Boule, en l'attachant au fil par un petit anneau ou crochet de métal.

Si deux Boules de grosseur inégale ont chacune la même irrégularité, qui consistera en ce que quelques-uns de leurs diametres sont de $\frac{1}{2}$ ligne plus longs que les autres, la plus grosse sera la plus parfaite, parce que $\frac{1}{2}$ ligne d'excès ou de défaut sera une moindre quantité par rapport à un grand diametre que par rapport à un petit: cependant il vaudra mieux se servir de la petite boule, parce que la longueur de leur rayon entrant toujours absolument & sans aucun rapport dans la longueur du Pendule, la même erreur de $\frac{1}{2}$ ligne sera plus forte dans le Pendule qui répondra à la grosse Boule que dans l'autre. C'est ce que

le calcul fait voir. M. de Mairan préfere donc les petites Boules aux groſſes : mais ſi on veut en employer une groſſe, il avertit qu'il ſera bon de ne compter pour ſon véritable diametre que celui qui ſe trouvera dans la ligne de ſuſpenſion du Pendule. C'eſt en effet celui-là ſeul dont la longueur entre dans celle du Pendule. M. de Mairan a trouvé qu'une Boule de Cuivre d'environ 1 pouce de diametre étoit le Poids qui convenoit le mieux à un fil de Pite preſque auſſi délié qu'un Cheveu. Si l'on veut un Poids de la figure la plus avantageuſe en cette opération après la ſphérique, M. de Mairan juge que ce ſeroit un Cylindre qui auroit 10 lign. tant pour ſa hauteur que pour le diametre de ſa baſe.

Il eſt néceſſaire que le Pendule ſoit bien exactement vertical, & par conſéquent la poſition de la Pince d'où il eſt ſuſpendu bien horizontale. M. de Mairan s'aſſuroit de cette poſition par de petits Niveaux d'Eau. Il s'aſſuroit de même de celle d'une Baſe de bois bien poli, poſée exprès pour y rapporter l'extrémité inférieure du Pendule, qui ne doit pas aller tout-à-fait juſques-là, de peur d'un frottement.

Le Pendule doit ſe mouvoir bien exactement dans le même plan vertical, & n'en point ſortir. Pour peu qu'il en ſorte, il fait des oſcillations *coniques*, au-lieu de les faire *planes* ou *latérales*, c'eſt-à-dire, qu'il décrit la ſurface d'un Cone dont le ſommet ſeroit au point de ſuſpenſion, au-lieu de décrire le plan du Triangle générateur de ce Cone. Si le

le fil du Pendule eſt de chanvre, ou de ſoye, il eſt tors, & il peut arriver que par quelque accident il ſe torde encore ou ſe détorde, ce qui rendra les oſcillations coniques; il eſt certain que ſi on les rend exprès primitivement telles, ce fil ſe tordra ou ſe détordra un peu à chaque fois qu'il donnera contre le tranchant de la Pince, le pli ſe fera un peu plus bas, & la véritable longueur du Pendule ſera diminuée. Il paroitroit cependant que les oſcillations coniques ne ſeroient pas tant à craindre, puiſque l'on ſait par la belle Théorie de M. Huygens, qu'une de ces oſcillations en vaut deux planes, pourvu qu'elles ſe faſſent toutes dans une petite étendue, où ſe maintienne l'iſocroniſme des vibrations que l'on ſuppoſe toujours ici. On auroit donc toujours le nombre des unes par les autres, mais la difficulté ſeroit de les diſtinguer; quand les planes ſont devenues coniques, elles peuvent redevenir, & redeviennent ordinairement planes par des degrés inſenſibles. Il faut donc éviter les oſcillations coniques; & pour cela M. de Mairan avoit tracé ſur la baſe de bois dont nous avons parlé, une ligne droite le long de laquelle il conduiſoit avec grande attention le Pendule en lui donnant ſon prémier mouvement. Pour peu que ſa main ſe fût écartée de la ligne, cet écart auroit rendu les oſcillations coniques.

On peut bien croire que dans une recherche auſſi ſcrupuleuſe, & qui ne rouloit, pour ainſi dire, que ſur des Infiniment-petits, M. de Mairan n'a pas oublié de voir quelle part

pouvoient prendre à ſes Expériences les variations du Chaud, du Froid, de la température de l'Air. Il a obſervé que 15 ou 20 degrés de chaleur où le Thermometre expoſé au Soleil montoit au deſſus du degré où il étoit dans un lieu clos, allongeoient environ de $\frac{1}{27}$ de ligne une verge de Fer longue à-peu-près comme le Pendule à Secondes ; mais n'ayant pas ſuivi cette matiere autant qu'il l'auroit voulu pour ſe contenter pleinement, il a eu ſoin du moins de joindre à toutes les Expériences qu'il a rapportées, le degré du Thermometre dans le tems de l'opération, celui du Barometre, & le Vent. Toutes les opérations ont été faites en Mai, Juin, Juillet, & il n'y a nulle apparence que dans ces trois mois conſécutifs, & dans un même lieu, il ait pu arriver du côté de l'air des variations qui dérangeaſſent rien.

M. de Mairan a eu même égard, ou plutôt a examiné s'il en falloit avoir, à la hauteur du lieu où il obſervoit, qui étoit de 57 ou 58 Toiſes au deſſus du niveau de la Mer; car il eſt certain qu'un point de la ſurface de la Terre plus élevé, circulant avec plus de vîteſſe, ſa force Centrifuge plus grande diminue davantage l'action de la Peſanteur, & par conſéquent les Corps ſont moins peſans à cette élévation, & le Pendule à Secondes y ſera plus court. Mais il faudroit des Montagnes, & des plus hautes, pour fournir une élévation dont l'effet pût être ſenſible. M. de Mairan juge que le Pic de Ténériffe, qui a près de 1 Lieue de hauteur, pourroit être ſuffiſant, & que des obſer-

ſervations qn'on y feroit ſur la longueur du Pendule ſeroient auſſi utiles que celles de Cayenne, & ſeroient toujours un ſecond moyen qui auroit le même objet.

Les Expériences de M. de Mairan ont été faites de différentes manieres, avec des Pendules tantôt plus longs, tantôt plus courts, des Boules plus groſſes ou plus petites, différens fils, car nous avons vu, ou du moins on peut le conclurre de ce qui a été dit, que pluſieurs manieres ont un pour & un contre; mais dans chacune il a apporté toutes les précautions dont elle étoit ſuſceptible. Dans tous ſes Calculs les grandeurs, qui faiſoient les Unités, n'étoient que des centiemes parties de Ligne, ce qui allongeoit beaucoup les opérations Arithmétiques ſi fatigantes & ſi deſagréables, mais produiſoit une grande préciſion, au delà même du beſoin. Enfin il a fait 15 Expériences, dont il en a rejetté 3 qui ne lui ont pas paru aſſez ſures; & prenant ſur les 12 reſtantes la longueur moyenne du Pendule qui en réſultoit, il la trouve de 3 pieds 8 lignes & $\frac{5}{6}$ de ligne. C'eſt ce que l'on ſavoit déja, peut-être à $\frac{1}{18}$ de ligne près, puiſqu'on la croyoit ordinairement de 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$; mais on ne le ſavoit pas avec une certitude, à beaucoup près auſſi grande. Jamais ces Expériences n'avoient été faites ni en auſſi grand nombre, ni avec tant de ſoin, & on peut compter que l'on a à Paris un Pendule dont la longueur eſt bien conſtatée, & auquel on n'aura qu'à comparer ceux de tous les autres Climats, ce qui pourra devenir d'une extrême utilité pour de

grandes Théories. Quand des Mathématiciens capables des plus hautes ſpéculations, & qui même y ſont accoutumés, s'occupent longtems à des détails de pratique, il faut qu'ils en ſentent & en prévoyent l'uſage par rapport à ces ſpéculations, qui ſeroient certainement plus de leur goût. C'eſt peut-être auſſi pour ſe juſtifier de ce grand ſoin des détails, que M. de Mairan y a fait entrer le plus qu'il ſe pouvoit de fine Théorie, juſqu'à faire incidemment des Remarques de pure curioſité géométrique ſur les Centres d'Oſcillation de pluſieurs Corps, du Cylindre, des Conoïdes, & à relever les erreurs où quelques Géometres ſont tombés ſur un ſujet ſi délicat, où il ſe trouve des eſpeces de merveilles que l'on n'eût pas prévues, ni ſoupçonnées.

*SUR LES OSCILLATIONS CAUSÉES PAR UNE IMPULSION QUELCONQUE.**

QUAND on ne veut, ainſi qu'il eſt ordinaire, que mettre un Pendule en mouvement, on l'éloigne de la ligne verticale, où il étoit en repos, & on le laiſſe enſuite retomber naturellement ſans lui donner aucune impulſion, & même en prenant garde de

* V. les M. p. 382.

de ne lui en point donner. Il descend jusqu'à son point le plus bas en décrivant un arc de Cercle, de-là en vertu de la vîtesse accélérée qu'il a acquise par sa chûte, il remonte par un second arc de Cercle égal au prémier à la même hauteur d'où il étoit descendu. C'est-là sa prémiere oscillation ou vibration, qui est suivie de beaucoup d'autres.

Elles se font toutes dans un même plan vertical, pourvu que la condition du Pendule mû par sa seule pesanteur, soit bien observée. Mais s'il reçoit quelque autre impulsion étrangere, si la main qui le lâche, lui en imprime quelqu'une, ou si dans le cours de son mouvement quelque accident fait le même effet, comme nous l'avons dit ci-dessus *, il sort aussi-tôt de ce plan unique où il se seroit renfermé, & peut aller jusqu'à décrire la surface d'un Cone, au-lieu d'un Secteur de Cercle. M. de Mairan n'ayant touché qu'en passant, & autant que son sujet le demandoit, ces sortes d'oscillations différentes des ordinaires, M. Clairaut voulut approfondir une matiere qui n'avoit encore été traitée que par M. Huygens, & dont M. Huygens n'avoit considéré qu'un seul cas.

Si on tire de sa ligne de repos un Pendule d'une longueur déterminée, qui sera la seule que nous lui supposerons, & que par conséquent on l'éleve à une certaine hauteur, il se forme un plan qui comprend la ligne de la prémiere position du Pendule, & celle de la seconde. Si en laissant partir la Boule du Pendule

* pag. 126.

dule on lui donne quelque impulſion, cette impulſion ſera d'une certaine force ou vîteſſe, & aura une certaine direction par rapport au plan que nous venons de poſer. Il s'agit de l'effet de cette impulſion quelconque, & M. Clairaut embraſſe le Problême dans toute ſa généralité. Mais pour le faciliter d'abord, il ſuppoſe que l'impulſion étrangere ait une direction horizontale & perpendiculaire au plan poſé. Il ſeroit inutile de la ſuppoſer en embas, puiſqu'elle ne feroit qu'augmenter l'action de la peſanteur, ni en enhaut, puiſque l'on n'a en vue que des Pendules qui doivent tomber autant & auſſi vîte qu'ils le peuvent. Quant à la perpendicularité de la direction, il ſeroit bien aiſé d'y ramener une direction oblique. Ainſi nous nous en tiendrons toujours ici à ces limitations du Problême, qui ne ſont preſque pas des limitations.

A ne conſidérer dans le Pendule que l'action de ſa peſanteur, il doit, dès qu'il part du point où il a été élevé, retomber & ſe rapprocher toujours du point où il étoit en repos. Mais il a reçu une impulſion horizontale & perpendiculaire au plan où il alloit ſe mouvoir, il faut qu'il obéiſſe à ces deux impreſſions, & les concilie autant qu'il eſt poſſible, il faut qu'en vertu de l'impreſſion étrangere il ſorte du plan où il ſe ſeroit mû; mais au lieu de ſe mouvoir ſelon une droite horizontale à l'infini, non ſeulement il tombe par l'impreſſion naturelle, mais il tombe en ſe rapprochant toujours de ſon prémier point de

de repos, parce qu'il eſt aſſujetti par ſa ſuſpenſion. Il décrit donc une Courbe qui, depuis le point d'où le Pendule eſt parti, deſcend toujours en ſe rapprochant du plan où il ſe ſeroit mû naturellement. Comme cette Courbe change toujours de plan, elle eſt une des Courbes à double courbure de M. Clairaut.

Le point paſſé lequel le Pendule ne peut plus tomber, eſt viſiblement le point le plus bas de la Courbe; mais il n'eſt pas pour cela dans le plan que la Pendule auroit décrit naturellement, il en eſt ſeulement plus proche que tous les autres points de la même Courbe. Le Pendule a été d'abord éloigné de ce plan autant qu'il pouvoit l'être, puiſque l'impulſion étrangere lui étoit perpendiculaire; mais ce n'eſt pas tout, il en a été d'autant plus éloigné, ou, pour parler plus préciſément, d'autant plus diſpoſé & forcé à s'en tenir éloigné, que l'impulſion qu'il a reçue a eu plus de vîteſſe, car il en a mieux réſiſté à l'action de la peſanteur, qui le rapprochoit toujours du point dont il s'agit.

L'impulſion étrangere, jointe à l'effet de la ſuſpenſion du Pendule, tendoit à lui faire décrire un Cercle autour de ſa ligne de repos; il n'auroit pu le décrire ſans acquérir une force Centrifuge d'autant plus grande qu'il auroit circulé avec plus de vîteſſe. Il n'a pas décrit ce Cercle, mais une autre Courbe le long de laquelle il n'a pas laiſſé d'avoir toujours une force centrifuge proportionnée à ſa vîteſſe, & qui lorſqu'elle étoit plus grande,

de, l'éloignoit davantage du plan où il ſe fût mu. Il y a encore quelque choſe de plus. La force centrifuge, qui augmente toujours avec la vîteſſe, augmente donc dans le même Pendule à meſure qu'il tombe, puiſque ſa vîteſſe s'accélere par ſa chute. On peut ne pas compter cette legere augmentation.

Il eſt aiſé de concevoir que le Pendule n'étant tiré qu'infiniment peu de ſa ligne de repos, & n'ayant reçu qu'une impulſion étrangere infiniment petite, ne laiſſera pas de faire au moins une circulation entiere infiniment petite ſans retomber dans ſa ligne de repos. A plus forte raiſon quand il aura reçu une impulſion finie, & par conſéquent une force centrifuge finie auſſi, ſe tiendra-t-il dans ſon point le plus bas hors de ſon plan *naturel*, du moins pendant une oſcillation ou circulation, & c'eſt tout ce qu'il faut préſentement.

Le Pendule arrivé à ce point le plus bas, doit faire, les proportions gardées, tout ce qu'il auroit fait, s'il n'eût point reçu d'impulſion étrangere. Il remontera autant qu'il étoit deſcendu, & par une Courbe égale & ſemblable à la prémiere, ſeulement poſée à contre-ſens, ce qu'il eſt facile de ſe repréſenter; enſuite au-lieu de revenir ſur ſes pas comme à l'ordinaire, il décrira de l'autre côté, & au-delà de ſa ligne de repos, des arcs ſemblables à ces deux prémiers; & pour en donner une idée fort ſimple, c'eſt-là une eſpece de circulation, qui n'eſt, ſi l'on veut, qu'une oſcillation, quoiqu'on puiſſe dire qu'elle eſt compoſée de deux. Il ſuffira de con-

considérer la 1re de ces branches, car elle représentera toutes les autres.

L'action de la Pesanteur est toujours la même, avec quelque autre force qu'elle soit mêlée. Un Boulet de Canon poussé horizontalement avec quelque vîtesse que ce soit, descend toujours dans les mêmes tems de la même quantité prescrite par les loix de la Pesanteur. La force centrifuge qu'aura le Pendule, à n'y compter point celle qu'il aura par lui-même, & sans impulsion étrangere, dépend de la vîtesse de cette impulsion, qui peut être telle qu'on voudra. Ainsi dans le mouvement que prend le Pendule, il se fait une combinaison d'une force toujours la même, avec une autre variable à volonté.

Dans le cas, & celui-là est par sa nature le prémier de tous, où le Pendule ne seroit tiré qu'infiniment peu de sa ligne de repos, & ne recevroit qu'une impulsion étrangere infiniment petite, il est clair que la force centrifuge ne seroit qu'infiniment petite, la Pesanteur du poids du Pendule exerçant d'ailleurs toute sa force. Pour peu qu'on tire *finiment* le Pendule de sa ligne de repos, & qu'on lui imprime de vîtesse, il est certain que la force centrifuge deviendra finie, & croîtra toujours ensuite tant que l'on voudra par un plus grand *écart* du Pendule, & par l'impression d'une plus grande vîtesse.

Puisque la Pesanteur est une force toujours constante, & d'une certaine valeur ou quantité finie & déterminée, & que la force centrifuge peut toujours croître, il faut qu'elle puisse

puiſſe enfin parvenir à égaler la Peſanteur. Alors la Peſanteur qui juſque-là avoit toujours fait deſcendre le Pendule, & l'avoit toujours rapproché de ſon prémier point de repos, ne pourra plus faire ni l'un ni l'autre, ſon action étant balancée par l'action ou tendance préciſément contraire d'une force centrifuge qui lui eſt égale. Le Pendule ne deſcendra donc plus, & ſera toujours à la même diſtance du point dont il ſe ſeroit toujours approché, & par conſéquent il décrira un quart de Cercle horizontal. C'eſt-là ce qu'on appelle *oſcillation Conique.*

Plus on écarte le Pendule de ſa ligne de repos, plus on lui fait décrire un grand Cercle, s'il en doit décrire un, car le rayon de ce Cercle ſera toujours le Sinus de l'angle de l'écart; ce Cercle déterminé par l'écart doit être décrit avec une certaine vîteſſe, afin que la force centrifuge qui naîtra de-là ſoit égale à la Peſanteur, & c'eſt l'impulſion étrangere qui diſpoſe de cette vîteſſe; il la faut donner juſte, ſi l'on veut des oſcillations coniques.

Toute vîteſſe moindre, l'angle de l'écart étant poſé, & toujours le même, ne produira que ce quart de Courbe deſcendante, & s'approchant toujours d'un certain point, que nous avons repréſentée; & cette Courbe ſera d'autant plus deſcendante, & s'approchera d'autant plus de ce point, que la vîteſſe de l'impulſion étrangere aura été plus petite par rapport à la vîteſſe uniforme qui auroit produit le Cercle horizontal. Toutes ces Courbes, à les compter depuis ce Cer-

Cercle, en ſont toujours plus différentes, & plus différentes entre elles.

Mais ſi, le reſte demeurant le même, la vîteſſe dont nous parlons étoit plus grande que la vîteſſe unique qui fait le Cercle horizontal, qu'arriveroit-il? La force centrifuge devenue plus grande qu'elle n'avoit encore été, ne permettroit plus au mouvement du Pendule de ſe renfermer, comme il avoit toujours fait juſque-là, dans l'angle de l'écart poſé d'abord, elle l'en feroit ſortir, le feroit monter plus haut que le point déterminé par cet écart, & lui feroit décrire un Cercle d'un plus grand rayon, & un Cercle horizontal, parce que la Peſanteur vaincue par la force centrifuge n'auroit plus d'effet. Si la vîteſſe croiſſoit toujours, ce ſeroient toujours de plus grands Cercles horizontaux, juſqu'au dernier qui auroit enfin pour rayon la longueur même du Pendule; mais alors il faudroit que la vîteſſe imprimée fût infinie, & ſurpaſſât infiniment celle que peut produire la Peſanteur.

Ce ſera toujours la même choſe, quel que ſoit l'angle de l'écart du Pendule. Il y aura toujours pour chaque écart différent une vîteſſe différente & unique, qui produira les oſcillations coniques; & de-là tout le reſte s'enſuit.

Maintenant il s'agit de réduire toute cette Théorie en expreſſions Algébriques, ſans quoi elle demeureroit preſque inutile aux Géometres, & manqueroit même de quelques déterminations préciſes que le ſeul raiſonne-

nement métaphyſique ne fourniroit pas. La Courbe générale à double courbure, que forment les oſcillations cauſées par une impulſion quelconque, M. Clairaut la rapporte à un plan horizontal qu'il imagine qui paſſe par le point de ſuſpenſion du Pendule, & il la rapporte par des droites perpendiculaires à ce plan, tirées de tous les points de la Courbe à double courbure, moyennant quoi elle a une *projection* qui n'eſt plus à double courbure, mais qui la repréſente, & la fera connoître dès qu'elle ſera connue.

Comme cette projection ſeroit tracée par le mouvement d'un point ou d'un poids attaché à l'extrémité d'un fil dont l'autre extrémité ſeroit immobile, & qui circuleroit horizontalement, & avec une vîteſſe uniforme ou variée autour du point fixe, le point mû eſt dans le cas d'une Planete qui ayant toujours une tendance vers le Soleil, & retenue par cette tendance dans ſon Orbe, le décrit perpétuellement autour du Soleil, quelque vîteſſe qu'elle ait. Il eſt donc naturel & facile d'appliquer ici une Règle de Kepler, & de prouver que le point mobile qui décrit la projection, en décrit les différens arcs en des tems qui ſont entre eux comme les Secteurs de la Courbe terminés par ces arcs. De ce principe M. Clairaut tire l'Equation algébrique de la Courbe de projection, & par conſéquent celle de la Courbe à double courbure.

C'eſt principalement par rapport à l'iſocroniſme que ſe fait toute cette recherche, & l'Equa-

l'Equation de M. Clairaut renferme eſſentiellement les tems. Il s'attache particulierement à en faire tout l'uſage qu'on peut ſouhaiter dans cette vue, & comme il a en main, outre les déterminations des Oſcillations planes & coniques que l'on avoit déja, celles de toutes les autres Oſcillations poſſibles, il marque dans quelles limites préciſes ſont renfermées les Oſcillations quelconques, que l'on peut regarder comme iſocrones, quoiqu'elles ne ſoient pas faites par des arcs de Cycloïde. Ces grandes préciſions intéreſſent les grands Géometres, ſoit quand ils voyent qu'on y va par un calcul fin & adroit, ſoit quand ils veulent deſcendre de la Théorie à la Pratique.

CEtte année M. Bigot de Morogues, Officier dans Royal-Artillerie, communiqua à l'Académie un Ouvrage intitulé *Eſſai de l'application des Forces Centrales aux effets de la Poudre à Canon, d'où l'on déduit une Théorie propre à perfectionner les différentes Bouches à feu.* L'Auteur conſidere ſous l'idée de la Force Centrale d'un Tourbillon agiſſant du centre vers la circonférence, les divers effets de la Poudre enflammée, ſoit dans un eſpace & dans un air libre, ſoit dans un eſpace & entre des parois qui la renferment, & s'oppoſent à ſa dilatation; & il prouve, tant par des expériences que par les principes de Phyſique les plus reçus, que l'inflammation de la Poudre

ſe

ſe fait toujours ou tend à ſe faire ſphériquement. Il fait voir de la même maniere, que l'inflammation de la Poudre eſt d'autant plus prompte que ſa quantité eſt plus grande en raiſon des Racines cubiques de cette quantité, de ſorte que s'il y avoit, par exemple, deux trainées, l'une ayant 1 pouce cube de poudre & l'autre 8, la vîteſſe de l'inflammation de la ſeconde ſera à la vîteſſe de l'inflammation de la prémiere comme 2 à 1; l'inflammation de la Poudre ſera même plus complette, auſſi-bien que plus prompte. De ces principes, & de quelques autres qui ne ſont pas moins féconds, l'Auteur déduit en Géometre & en Phyſicien, les divers efforts de la Poudre dans ſes exploſions, lorſqu'elle eſt enfermée dans un Canon cylindrique; il en donne des Formules, des Exemples & des Tables pour diriger les ouvriers dans la conſtruction des Pieces d'Artillerie, & en déterminer les proportions, autant que le peut permettre un calcul preſque toujours fondé ſur des expériences très délicates, & ſouvent équivoques à pluſieurs égards. Car M. de Morogues ſait bien reconnoitre & faire ſentir à ſes Lecteurs ce qu'il pouvoit y avoir de douteux dans la matiere qu'il traite, par ſa complication perpétuelle avec le Phyſique, tant de la part de la Poudre que de celle des Métaux & de la fabrique des Pieces d'Artillerie. Il n'a pas négligé auſſi de réfuter certaines erreurs de fait qui ſe ſont accréditées, on ne ſait comment, parmi quelques gens du métier; celle-ci, par exemple, que

que les Pieces d'un moindre calibre portent à proportion plus loin que les groſſes Pieces. Ce qui a été prouvé de l'inflammation de la Poudre, lorſqu'elle eſt en plus grande quantité, feroit aſſez préſumer le peu de fondement de cette opinion ; mais M. de Morogues en démontre la fauſſeté par des expériences ſans réplique, plus convaincantes pour ceux à qui les meilleures Théories ſont toujours ſuſpectes. Cet Ouvrage, d'ailleurs rempli de vues & de réflexions curieuſes, a paru marquer beaucoup de ſavoir dans l'Auteur ſur la matiere qui fait ſon objet, & un eſprit d'obſervation peut-être encore plus rare & plus utile dans les Sciences & dans les Arts que le ſavoir même.

NOus renvoyons entierement aux Mémoires

* L'Ecrit de M. Godin ſur la longueur du Pendule à Paris & à St Domingue.

† Celui de M. Bouguer ſur le même ſujet.

‡ Celui de M. de la Condamine ſur le même ſujet.

* V. les M. p. 682. † pag. 705. ‡ pag. 714.

MACHINES OU INVENTIONS APPROUVÉES PAR L'ACADEMIE EN M. DCCXXXV.

I.

UN Moulin de M. Lollier, executé en grand, qui peut ſervir utilement dans les endroits où l'emplacement ne permet pas de multiplier le nombre des Roues, & d'avoir un grand Rouet. Ce Rouet eſt ſujet d'ailleurs à des inconvéniens aſſez conſidérables dans l'exécution, & c'eſt un avantage qu'il ne ſoit pas ſi grand. La conſtruction de M. Lollier, qui n'a que trois Roues, dont la prémiere eſt horizontale & fixée dans le Plancher, a paru ingénieuſe, & l'on ne croit pas qu'elle ait encore été employée. On en a vu l'effet; un Septier de Bled a été très bien moulu en 24 Minutes avec 2 Chevaux qui n'alloient que leur pas ordinaire, mais qui paroiſſoient tirer fortement.

II.

Une Machine à élever les Eaux, préſentée par M. des Parcieux. Son jeu conſiſte en ce que deux Balanciers en Baſcule, dont l'un éleve un Piſton, & l'autre en laiſſe deſcendre un pareil, étant liés enſemble par un troiſie-

me

me Balancier en Baſcule auſſi, ſont déterminés à ſe mouvoir toujours à contre-ſens l'un de l'autre. Cela a paru plus ſimple, moins ſujet à réparation, & à laiſſer perdre la force, que les Machines où l'on employe des Rouets & des Lanternes. Celle-ci étant deſtinée pour la Seine dont le courant varie beaucoup en force, M. des Parcieux change la diſtance des points de tirage au centre de tout le mouvement, de ſorte que la force du courant, qui eſt la motrice, étant moindre, la Machine ne laiſſera pas d'élever l'Eau avec la même force: ce qui a paru nouveau, & bien entendu.

III.

Une Pompe inventée par M. Douſſan, & préſentée par lui & par M. de Pugnieres. Une addition faite à la Pompe ordinaire, & une nouvelle diſpoſition de ſes parties, font que celle-ci eſt aſpirante & foulante tout enſemble, de ſorte qu'elle ne perd point comme les autres la moitié de ſon tems au moins, & donne de l'Eau ſans interruption. On l'a comparée à une Pompe de Vaiſſeau, qui mûe par 4 Hommes, a élevé 9 Muids d'Eau à 18 pieds de haut en 12 Minutes; & la nouvelle Pompe, avec la même puiſſance, a élevé la même quantité d'Eau à la même hauteur en 4 Minutes $\frac{1}{2}$. Les deux Pompes avoient d'ailleurs quelques avantages & deſavantages réciproques; mais tout compenſé, on a jugé que la nouvelle méritoit la préférence.

Un

IV.

Un nouveau Piſton inventé par M. le Brun pour ſa Machine à élever l'Eau, dont nous avons parlé en 1731 *. Par les expériences qu'il en a faites en pluſieurs endroits & avec un ſuccès qui l'animoit à la perfectionner, il s'étoit apperçu que le Cuir, dont on garnit un Piſton, duroit moins quand le diametre du Piſton étoit plus petit, & que cela alloit ſi loin, qu'à un Piſton de 6 pouces il étoit ſouvent uſé en 8 jours, au-lieu qu'il ne l'étoit qu'en 5 ou 6 mois à un Piſton de 12 pouces. Apparemment les mouvemens alternatifs, qui plient le Cuir en ſens contraires, le tourmentent davantage, & ont plus de force pour rompre la liaiſon de ſes parties, lorſqu'il eſt d'une moindre étendue. Selon cette idée il falloit de grands Piſtons ; mais de grands Piſtons élevoient une grande quantité d'Eau, & par conſéquent demandoient une force motrice, plus grande ſouvent que celle que l'on avoit, ou que l'on vouloit employer. L'expédient de M. le Brun fut très ingénieux & très ſimple. Il ſépara un même Piſton en deux, ou plutôt il en mit deux l'un au deſſus de l'autre à la diſtance d'environ 1 pied, le ſupérieur étant d'un moindre diametre que l'inférieur, moyennant quoi on n'élevoit plus & on n'avoit plus à ſoutenir qu'une Colonne d'Eau dont la baſe eût été égale à la *couronne* qui étoit la différen-

* pag. 127. & 128.

rence des aires circulaires des deux Piſtons. Comme le rapport de leurs diametres déterminoit la grandeur de cette couronne, & qu'on étoit maitre de ce rapport, on n'élevoit que telle quantité d'Eau qu'on vouloit avec un Piſton de la grandeur qu'on avoit jugée convenable. L'Académie trouva cette invention très utile, & ne crut pas avoir rien vu juſqu'à préſent de meilleur en ce genre.

V.

Une Râpe à Tabac, d'une conſtruction nouvelle, inventée par M. l'Abbé Soumille. On a vu qu'elle pouvoit râper une Once de Tabac ſans beaucoup de déchet en 1 Minute, ce que les autres font à peine en 8. Il a paru qu'elle étoit d'un meilleur uſage, & pouvoit durer longtems ſans avoir beſoin qu'on y retouchât.

V I.

Une Machine à élever les Eaux, de M. Renou. Il y a fait une application qui a paru nouvelle, de l'échappement des Roues de rencontre ſi connu dans l'Horlogerie; mais il eſt à craindre que cet échappement ne ſe détruiſe promptement, & n'engage à de fréquentes réparations. La Machine eſt très ſimple.

V I I.

Une propoſition de M. Bertier du Mans pour élever l'Eau. Qu'un poids aiſément mo-

bile, comme du Mercure, poſe ſur un Piſton enfermé dans un Tuyau où il peut ſe mouvoir librement : il eſt viſible que ſi ce Tuyau eſt mis en balancement, ſi on lui fait faire des oſcillations circulaires, le Mercure à chaque deſcente pouſſera le Piſton avec toute la force qu'il tirera de ſon poids, & de la hauteur, ou de la vîteſſe de ſa chute; & ſi ce Piſton rencontre de l'Eau qui ne puiſſe ſe mouvoir qu'en montant par un Tuyau vertical, il l'y fera monter avec toute cette force. Voilà le principe de M. Bertier; le Tuyau qui contient le Mercure & le Piſton eſt balancé par un Contrepoids qui ſera auſſi gros qu'on voudra, & qui en conſervera d'autant plus longtems le mouvement où il aura été mis une fois: le reſte de la Machine eſt aiſé à imaginer, & à ſuppléer. L'idée a paru nouvelle & ingénieuſe, mais d'une exécution extrêmement difficile.

ELOGE

DE M. DE RESSONS.

JEAN-BAPTISTE DESCHIENS DE RESSONS nâquit à Châlons en Champagne le 24 Juin 1660, de Pierre Deschiens Secretaire du Roi, & de Marie Maurisset. Son Pere, qui étoit fort riche, le destina aux emplois qui du moins conservent la richesse; mais la Nature le destinoit à un autre où le Patrimoine est fort exposé, sans compter la vie. A 17 ans il se déroba de la maison paternelle pour entrer dans les Mousquetaires noirs: il en fut tiré par force, & ne demeura chez son Pere qu'autant de tems qu'il lui fallut pour ménager une seconde évasion. Il se jetta dans le Régiment de Champagne, où il eut bien-tôt une Lieutenance, & d'où il fut encore arraché. Enfin pour finir ce combat perpétuel entre sa famille & lui, en la mettant plus hors de portée de le poursuivre, il alla à Toulon, & y fut reçu dans la Marine en 1683 Volontaire à Brevet.

Cette inclination invincible pour la Guerre promettoit beaucoup, & elle tint tout ce qu'elle promettoit, une valeur signalée, de l'ardeur à rechercher les occasions, de l'amour pour les périls honorables. Il servit avec éclat dans les Bombardemens de Nice, Alger, Gennes, Tripoli, Roses, Palamos, Barcelone, Alicant. Dès l'an 1693, 10 ans

après son entrée dans la Marine, il étoit parvenu à être Capitaine de Vaisseau : élévation rapide, où la faveur & l'intrigue n'eurent cependant aucune part.

Il y a une infinité de Gens de guerre, qui sont des Héros dans l'action, & hors de-là ne font guere de réflexions sur leur métier. En général le nombre des Hommes qui pensent est petit, & l'on pourroit dire que tout le Genre-humain ressemble au Corps humain, où le Cerveau, & apparemment une très petite partie du Cerveau, est tout ce qui pense, tandis que toutes les autres parties, beaucoup plus considérables par leur masse, sont privées de cette noble fonction, & n'agissent qu'aveuglément. M. de Ressons s'étoit particulierement adonné à l'Artillerie : il ne se contenta pas d'en pratiquer les Règles dans toute leur exactitude, il en voulut approfondir les Principes, & examiner de plus près tous les détails; & quand un bon esprit prend cette route en quelque genre que ce soit, il est étonné lui-même de voir combien on a laissé encore à faire à ses recherches & à son industrie. Dans l'Art de tirer les Bombes, dont tant d'habiles gens se sont mêlés, M. de Ressons compta jusqu'à vingt-cinq défauts de pratique qu'il corrigea avec succès en différentes rencontres *.

M. le Duc du Maine, Grand-Maitre de l'Artillerie, voulut avoir dans ce Corps qu'il commande, un homme qui y convenoit si bien. Il le détermina à quitter le service de Mer

* V. les M. de 1716. p. 101. & suiv.

Mer pour celui de Terre ſur la fin de 1704, & fit créer en ſa faveur une dixieme Charge de Lieutenant-général d'Artillerie ſur Terre. A tout ce qui l'animoit auparavant il ſe joignit ce choix ſi flateur, & les bontés d'un ſi grand Prince. Ainſi nous ſupprimons tout le détail de ſa vie militaire pendant la Guerre de la Succeſſion d'Eſpagne: il ne pouvoit ni manquer d'occaſions, ni leur manquer.

Dans les tems de Paix, cet homme qui n'avoit reſpiré que Bombardemens, qui ne s'étoit occupé qu'à faire forger ou à lancer des Foudres, faiſoit ſes délices de la culture d'un aſſez beau Jardin qu'il s'étoit donné. Il avoit aſſurément fait plus de ravages que ces prémiers Conſuls ou Dictateurs Romains, plus célèbres par leur retour aux fonctions du Labourage après leurs triomphes mêmes. Ces ſortes de plaiſirs ſi ſimples & ſi peu apprêtés, qu'on ne goûte que dans la ſolitude, ne peuvent guere être que ceux d'une ame tranquille, & qui ne craint point de ſe voir & de ſe reconnoitre. Il faut être bien avec ſoi, quand on vit avec ſoi.

M. de Reſſons porta dans ſon Jardin le même eſprit d'obſervation & de recherche, dont il avoit fait tant d'uſage dans l'Artillerie; & quand il fut entré en 1716 dans l'Académie en qualité d'Aſſocié libre, tantôt il nous donna ce que nous avons déja rapporté ſur les Bombes, ou de nouvelles manieres d'éprouver la Poudre *, tantôt de nouvelles pratiques d'Agriculture, comme celle de garantir

* V. l'Hiſt. de 1720. p. 150.

rantir les Arbres de leur Lepre, ou de la Mouſſe *; alternativement Guerrier & Laboureur, ou Jardinier, toujours Citoyen.

Il avoit des idées particulieres ſur le Salpêtre. Il en tiroit de certaines Plantes, & prétendoit faire une compoſition meilleure que la commune, & à meilleur marché. On dit que le Prince Régent, dont le ſuffrage ne ſera ici compté, ſi l'on veut, que pour celui d'un habile Chimiſte, avoit aſſez approuvé ſes vues. L'Académie accoutumée aux diſcuſſions rigoureuſes, lui fit des objections qu'elle ſavoit bien mettre dans toute leur force; il les eſſuya avec une douceur qui auroit pu ſervir d'exemple à ceux qui ne ſont que Gens de Lettres : mais il ceſſa de s'expoſer à des eſpeces de combats auxquels il n'étoit pas aſſez exercé. Il a laiſſé un Ouvrage conſidérable manuſcrit ſur le Salpêtre & la Poudre.

Dans les dernieres années de ſa vie, il tomba dans un grand affoibliſſement, qui ne fut pourtant pendant un tems aſſez long que celui de ſes Jambes, dont il ne pouvoit plus ſe ſervir; tout le reſte étoit ſain. Il n'avoit point attendu l'âge ou les infirmités pour ſe tourner du côté de la Religion, il en étoit bien pénétré, & je ſais de lui-même qu'il avoit écrit ſur ce ſujet. Je ne doute pas que la vive perſuaſion & le zèle ne fuſſent ce qui dominoit dans cet Ouvrage: mais ſi la Religion pouvoit ſe glorifier de ce que les Hommes font pour elle, peut-être tireroit-elle autant de gloire des foibles efforts d'un homme

* V. l'Hiſt. de 1716. p. 38.

me de Guerre en ſa faveur, que des plus ſavantes productions d'un Théologien. Il mourut le 31 Janvier 1735, âgé de 75 ans, ayant fait tout le chemin qu'un bon Officier devoit faire par de longs ſervices; ſeulement peut-être un meilleur Courtiſan auroit-il été plus loin.

Son caractere étoit aſſez bien peint dans ſon extérieur: cet air de guerre, hautain & hardi, qui ſe prend ſi aiſément, & qu'on trouve qui ſied ſi bien, étoit ſurmonté ou même effacé par la douceur naturelle de ſon ame; elle ſe marquoit dans ſes manieres, dans ſes diſcours, & juſque dans ſon ton. A peine toute la bienſéance d'un état abſolument différent du ſien auroit-elle demandé rien de plus.

Il avoit épouſé Anne Catherine Berrier, fille de Jean-Baptiſte Berrier de la Ferriere, Doyen des Doyens des Maitres des Requêtes, & de Marie Potier de Novion. Il en a eu deux Enfans.

MEMOIRES
DE
MATHEMATIQUE
ET
DE PHYSIQUE,
TIRE'S DES REGISTRES
de l'Académie Royale des Sciences,
De l'Année M. DCCXXXV.

MANIERE DE DETERMINER
astronomiquement la différence en Longitude de deux Lieux peu éloignés l'un de l'autre.

Par M. DE LA CONDAMINE. *

LA célèbre Méthode de feu M. Cassini pour la détermination des Longitudes par l'observation des Satellites de Jupiter, a cet avantage que les plus grandes différences en longitude qu'il est plus important de bien déterminer, ne sont par ce moyen ni plus difficiles à observer, ni sujettes à une plus grande erreur que les moindres. Si, par exemple, l'instant qu'un Satellite disparoît en se plon-

* 8 Janvier 1735.

plongeant dans l'ombre, ou celui qu'il commence à reparoître, n'eſt pas le même pour deux obſervateurs placés dans le même lieu, & que la différence de leurs vues & des Lunettes puiſſe en cauſer une de 10 ſecondes de tems entre leurs obſervations, comme on le reconnoit par l'expérience; on ne pourra être ſûr qu'à 10 ſecondes près de l'exacte *contamporaineté*, qu'on me permette ce terme, de deux obſervations correſpondantes. Ces 10 ſecondes de tems répondent à 2 minutes & demie, ou à la 24me. partie d'un degré terreſtre, eſpace qui ſur un grand Cercle ſeroit d'environ une lieue commune de France. Or cette erreur d'une lieue ne ſera pas plus grande, ſi les deux obſervateurs ſont éloignés du diametre entier de la Terre, que s'ils n'étoient qu'à quelques lieues l'un de l'autre.

Mais, par la même raiſon, cette méthode ſi admirable pour les grandes diſtances, devient pour les petites preſque entierement, & dans quelques cas, totalement inutile. Car l'erreur poſſible d'une lieue qui dans le cas précédent où les obſervateurs ſont ſuppoſés aux deux extrémités d'un diametre de la Terre, peut être comptée pour rien ſur 4500 lieues, deviendroit conſidérable de plus en plus, ſi les obſervateurs ſe rapprochoient; juſques-là qu'elle ſurpaſſeroit à la fin leur diſtance mutuelle, ſi cette diſtance étoit moindre que la 24me partie d'un degré.

Dans le travail que nous nous propoſons d'exécuter ſous l'Equateur aux environs de Quito dans l'Amérique Méridionale, le pays habité

habité par les Eſpagnols ne s'étendant d'Occident en Orient qu'à environ 80 ou 100 lieues de la côte, il y a apparence que nous ne pourrons gueres meſurer que 4 ou 5 degrés au plus en longitude. Une lieue d'erreur répartie ſur 4 ou 5 degrés ſeroit au moins de 500 toiſes par degré, ce qui eſt bien éloigné de la préciſion qui eſt à deſirer, & à laquelle on ſe propoſe d'arriver dans cette opération, pour en tirer des conſéquences exactes ſur la figure de la Terre.

L'obſervation des Satellites de Jupiter ne peut donc nous donner qu'une approximation inſuffiſante en ce cas; & par cette ſeule voye on ne doit pas eſperer de conclure exactement la meſure d'un degré de l'Equateur terreſtre.

C'eſt cependant juſqu'à préſent l'unique moyen qui ait été mis en uſage pour l'évaluation des degrés de longitude, du moins c'eſt le plus exact, puiſque les Eclipſes de Lune & celles de Soleil, dont on peut ſe ſervir auſſi, donnent encore moins de préciſion.

Il ſeroit donc fort à ſouhaiter pour la Géographie en général, & en particulier pour tirer plus de fruit de nos opérations ſous la Ligne, d'avoir, pour la détermination des Méridiens dans les petites diſtances, une Méthode qui pût ſuppléer à celle des Satellites, & être pratiquée dans les cas où la premiere ne peut donner la juſteſſe requiſe.

La queſtion, comme tout le monde ſait, ſe réduit à deux points. 1°. A trouver un moment précis qui puiſſe être remarqué à la

fois des deux lieux dont on cherche la différence en longitude. 2°. A ſavoir bien exactement quelle heure il eſt en ce moment au Méridien de chaque lieu. D'où il ſuit que deux principes d'erreur peuvent nuire à la juſteſſe de l'opération. Le premier eſt celui que nous avons déja remarqué, provenant du défaut ou de la différence des Lunettes ou des yeux des obſervateurs, & il peut cauſer une erreur de 10 ſecondes de tems. Le ſecond vient de la difficulté de ſavoir l'heure exactement dans les deux lieux choiſis pour les obſervations correſpondantes, ſoit par le défaut de juſteſſe dans la Pendule, ou d'exactitude dans la Méridienne tracée. C'eſt uniquement au premier obſtacle que nous nous attachons ici, & auquel nous cherchons à remédier.

La premiere idée qui ſe préſente pour avoir un moment qui puiſſe être remarqué à la fois par deux obſervateurs, eſt de faire un ſignal qui puiſſe être apperçu des deux lieux dont on cherche la différence des Méridiens.

L'apparition ou la diſparition ſubite de ce ſignal obſervée au même inſtant dans les deux lieux, donneroit par la différence d'heure comptée au Méridien de chaque lieu, leur différence en longitude.

Il paroît que de tous les ſignaux le plus convenable à ce deſſein, c'eſt-à-dire, celui qui peut être vu de plus loin & le plus diſtinctement, eſt un feu pendant la nuit.

Tout ſimple & tout naturel qu'eſt ce moyen qui, à la diſtance près, a un rapport manifeſte

nifeſte à l'immerſion & l'émerſion des Satellites, je ne ſache pas qu'il ait été pratiqué uſqu'à préſent qu'en une ſeule occaſion. Ce fut par M. Picard en 1671 *, pour déterminer la différence des Méridiens entre la Tour aſtronomique de Copenhague & Uranibourg dans l'Iſle d'Huene, différence qui fut trouvée d'environ 7 minutes & demie, ou un huitieme de degré.

Le projet propoſé en 1714 † par deux Anglois, pour découvrir les Longitudes tant ſur Mer que ſur Terre, par le moyen des Bombes, eſt à la vérité fondé ſur le même principe; mais l'exécution en a paru impoſſible, & on a eu peine à concevoir que deux Auteurs célèbres l'euſſent propoſé ſérieuſement. On m'a dit que feu M. Deliſle, de cette Académie, avoit eu deſſein de ſe ſervir des Feux pour fixer les longitudes des principaux points d'une nouvelle Carte de France, dont il avoit formé le projet; mais cela n'a pas eu d'exécution. Il y a lieu de s'étonner que depuis ſoixante & tant d'années que ce moyen a été mis en pratique avec ſuccès, on ne s'en ſoit pas ſervi dans la conſtruction de tant de Cartes qui ont paru depuis ce tems-là.

M. Godin a déclaré que dans le Voyage que nous ſommes près d'entreprendre, il comptoit ſe ſervir des Feux, comme du moyen

* *Anc. Mém. de l'Académie. t. 7. p. 224.*
Hiſt. de l'Acad. 1671. t. 1. p. 148.
† *A New Method for diſcovering the longitud. &c. Lond* 1714.
Journ. litter. de la Haye, t. 4. p. 443.

yen qu'il jugeoit le plus ſûr pour déterminer les degrés en longitude.

J'ai auſſi appris avec grand plaiſir, en liſant ce Mémoire à la Compagnie, que M. Caſſini, qui n'en avoit pas encore fait part à l'Académie, avoit eu la même vue en décrivant ſa Ligne perpendiculaire au Méridien de Paris, & qu'il avoit deſſein d'en faire uſage dans la ſuite de ſon travail. C'eſt une nouvelle preuve de l'utilité du moyen propoſé. M. Caſſini a bien voulu depuis me communiquer ſon Mémoire ſur ce ſujet.

Je ne prétends donc point à la gloire de donner ici une idée nouvelle, mon deſſein ſeulement eſt de propoſer quelques nouvelles vues pour rendre cette pratique plus ſimple & d'une plus grande utilité, d'indiquer des moyens pour lever les difficultés qui ſe préſentent dans l'exécution; enfin, & c'eſt mon but principal, d'en faire l'application au cas préſent de notre Voyage, & d'examiner quel avantage nous en pouvons retirer dans l'exécution de notre projet, en comparant la préciſion qu'on doit attendre de cette méthode dans les circonſtances préſentes à la méthode ordinaire des Satellites.

M. Picard ne fait aucun détail des précautions qui furent priſes pour faire diſparoître ſubitement le feu qui lui ſervoit de ſignal. Dans les petites diſtances, telles que celle de la Tour de Copenhague à Uranibourg, qui n'eſt que d'environ ſix lieues, comme il n'eſt pas beſoin d'un feu d'un grand volume pour être apperçu diſtinctement, il y a mille moyens de réuſſir; mais les difficultés croiſ-

ſent

ſent & ſe multiplient par l'éloignement.

On ſait, par les expériences rapportées par le même M. Picard * dans ſon Traité de la Meſure de la Terre, qu'un feu de trois pieds de large, vu à la diſtance d'environ 13 lieues pendant la nuit, paroît à la vue ſimple comme une Etoile de la 3me grandeur. Pour qu'il puiſſe être apperçu aiſément & diſtinctement à cette diſtance, nous ſuppoſerons qu'il ne doit avoir gueres moins de 10 à 12 pieds de diametre, & qu'il doit être augmenté par-delà cette meſure à proportion de la diſtance.

Si on veut faire paroître ſubitement un feu d'un ſi grand volume, il ſemble que ce ne peut être qu'en laiſſant tomber un grand tableau qui le cachoit d'abord, & qui par ſa chûte le découvrira aux yeux de l'obſervateur éloigné. Si on veut de même le faire diſparoître tout-à-coup, ce ne peut être qu'en le dérobant au même obſervateur par l'interpoſition ſubite d'un rideau ou tableau; & comme pour élever l'un ou pour gliſſer l'autre horizontalement, il faudroit un tems qui pourroit rendre équivoque le moment de l'occultation du feu, il ſemble encore qu'il n'y a point de plus ſimple ni de plus court moyen de faire diſparoître le feu ſubitement que de tenir le tableau, qui le doit couvrir, ſuſpendu au-deſſus du feu, & de le laiſſer tomber librement (& même, s'il en eſt beſoin, en y ajoutant un poids) dans l'inſtant où le feu doit être caché.

* *Anc. Mém. de l'Acad. t. 7. p. 224. Hiſt. de l'Acad. t. 1. 1670. p. 128.*

. Toute cette méchanique, quelque ſimple qu'on puiſſe la rendre, demande toujours un aſſez grand appareil: des poteaux de bois, d'autres pieces de charpente, des cordes, des poulies, un grand amas de matieres combuſtibles, &c. ſans parler des accidens qui peuvent empêcher ou retarder le jeu de la machine, ſans compter que la flamme d'un bucher allumé eſt ſujette à diſparoitre quelquefois par des coups de vent des minutes entieres aux yeux d'un ſpectateur éloigné, & qu'enfin un tableau de 10, 12, 15 pieds de haut par ſa chûte, quelque prompte qu'elle fût, ne couvriroit & ne découvriroit pas le feu en moins d'une ſeconde, ce qui ſeul pourroit cauſer une petite erreur qu'il eſt bon de prévenir, s'il eſt poſſible.

Et comme dans les choſes de pratique on doit toujours aller au plus ſimple, les difficultés ne manquant jamais de ſe multiplier dans l'exécution, ſur-tout quand il eſt queſtion d'une pratique nouvelle ou peu uſitée, il eſt certain qu'on y gagneroit à ſe paſſer du tableau & de tout l'appareil qu'il demande.

On conſerveroit, ce me ſemble, tout l'avantage de ce moyen, & on préviendroit les plus grands obſtacles, en ſe ſervant du feu d'un canon, qui paroît avoir toutes les conditions requiſes. On pourra, en augmentant la quantité de poudre, s'il en eſt beſoin, donner à la flamme, à proportion de la diſtance de l'obſervateur, toute l'étendue qui ſera néceſſaire pour être apperçue. Son embraſement eſt ſubit, & l'effort de la poudre qui agit en tous ſens, ne permettra pas au vent

vent d'abbattre la flamme, & de la dérober à l'obſervateur éloigné; de plus, le bruit du coup que l'on fait par expérince qui s'étend à 20 ou 30 lieues, ſervira 1°. à renouveller l'expérience de la vîteſſe du Son, puiſque la diſtance des deux lieux dont on cherche les longitudes eſt ſuppoſée déja exactement connue en toiſes par les opérations trigonométriques précédentes. 2°. A vérifier par le ſon, quand ou aura connu ſa vîteſſe, la conſéquence déja tirée par la vue de la flamme ſur la différence des Méridiens, en ſorte qu'on aura deux preuves pour une.

Il ſera d'autant plus utile de renouveller les expériences de la vîteſſe du ſon, qu'elles n'ont vraiſemblablement jamais été faites à des diſtances ni ſi grandes, ni ſi exactement meſurées, qu'il eſt poſſible de le faire dans le cours de notre opération; & qu'il paroît d'ailleurs qu'on a trouvé d'aſſez grandes variétés dans les réſultats, ſoit qu'elles proviennent de la différence des lieux, ou de la température de l'air, ſoit que les expériences n'ayent pas été faites avec aſſez de préciſion.

Si l'on n'étoit pas à portée d'avoir un Canon, ou qu'il y eût trop de difficulté à le tranſporter, on pourroit du moins avoir de la poudre, dont on feroit un ou pluſieurs tas qui communiqueroient à une traînée commune à laquelle on mettroit le feu en comptant les ſecondes, pour avoir préciſément l'inſtant de la grande inflammation qui ſerviroit de ſignal. Si l'on jugeoit, par les raiſons alléguées, qu'il fût utile dejoindre le bruit

à la vue de la flamme, on pourroit enterrer la poudre, en faiſant une eſpece de mine qu'on garniroit de boîtes ou d'autres artifices propres à augmenter le bruit, & on la feroit jouer à une diſtance convenable avec les précautions néceſſaires pour prévenir les accidens.

On a objecté que la flamme de la poudre à canon pourroit n'être pas vue d'auſſi loin que la flamme ordinaire d'un bucher allumé. C'eſt à l'expérience à faire connoître ſi ce doute a quelque fondement, & en ce cas il eſt aiſé d'y remédier, ſoit en augmentant ſon volume pour ſuppléer au défaut d'éclat, ſoit en rendant la flamme moins rougeâtre, & par conſéquent plus brillante, par une moindre doſe de charbon, ou par une augmentation de ſouphre & de ſalpêtre dans la proportion qu'on reconnoitra la plus avantageuſe.

A une très petite diſtance, une fuſée, un fanal, un feu de paille, ſuffiroient pour le vrai ſignal, mais à de plus grandes diſtances on pourra s'en ſervir comme de ſignaux préparatoires pour avertir les obſervateurs de ſe rendre attentifs au lieu & au moment du vrai ſignal; afin d'avoir le tems d'y diriger la Lunette, ſi on n'a pas pris la précaution de la pointer de jour, ce qui ſeroit encore mieux. A la vue de ce ſignal d'avertiſſement, on commenceroit à compter les ſecondes, & même les demi-ſecondes dans les moindres diſtances.

Soit avec le canon, ſoit avec la ſeule poudre, on aura donc un inſtant indiviſible, aiſé à remarquer par les deux obſervateurs, qui eſt ce qu'on peut deſirer de plus favorable.

On

On ne fait point entrer ici en ligne de compte le tems que met la lumiere à traverſer la diſtance entre les deux obſervateurs. Que la lumiere ſe communique ou non en un inſtant, on ſait du moins que ſa vîteſſe eſt telle que le tems peut être réputé nul dans des éloignemens beaucoup plus conſidérables. Comme le lieu du ſignal qui doit être apperçu de loin ſera vraiſemblablement élevé, par exemple, un ſommet de montagne, il pourroit arriver que l'endroit ne fût pas commode pour y placer & y régler une Pendule. M. Caſſini a donné le moyen de mettre à profit cet inconvénient. Il n'eſt pas néceſſaire, comme on ſait, que le ſignal ſe faſſe dans le lieu même où eſt actuellement l'un des deux obſervateurs ; il ſuffit que ce ſignal puiſſe être apperçu des deux lieux où on obſerve : ainſi chacun des deux obſervateurs pourra ſe tranſporter & s'établir avec toutes ſes commodités où il lui plaira, pourvu que du lieu qu'il aura choiſi, il puiſſe voir le ſignal.

Outre la commodité des obſervateurs, la poſition du ſignal en un lieu tiers pourra procurer deux autres avantages. Premierement, de meſurer d'une ſeule opération une diſtance double. Un feu, par exemple, qui ne pourroit être apperçu de plus de 15 lieues, s'il eſt placé à diſtance égale entre les deux obſervateurs, pourra ſervir à meſurer la différence en longitude de deux lieux éloignés de trente lieues, d'où il ſeroit impoſſible de faire des ſignaux qui puſſent être vus d'un lieu à l'autre. Secondement, en doublant la

diſtance des deux obſervateurs, on diminue de moitié l'erreur de l'obſervation, ſi petite qu'elle puiſſe être, puiſque la même erreur ſe trouve répandue ſur une double diſtance.

Il y a des tems, particulierement ſous la Ligne, & dans les pays de Montagnes, où l'on pourroit, à moins de frais, faire & réitérer ces ſortes d'obſervations, ſur-tout dans les petites diſtances; les Tonnerres, ſi ordinaires dans les pays chauds, en fourniroient ſouvent les occaſions. Il eſt évident que l'éclair pris pour ſignal, peut tenir lieu de la flamme du canon: mais comme les éclairs fréquens pourroient cauſer quelque équivoque, & que le même éclair pourroit quelquefois n'être pas vu des deux obſervateurs, parmi pluſieurs obſervations d'éclairs pendant le même orage, on choiſiroit celles qui ſeroient évidemment reconnues pour correſpondantes par la même différence en tems qui ſe trouveroit de l'une à l'autre, pour en couclure la différence des Méridiens. Ce moyen auroit l'avantage de pouvoit être pratiqué de jour; mais outre que ce n'eſt que du hazard qu'on en peut attendre les occaſions, il paroît qu'il demande de grandes précautions.

Soit éclair, ſoit flamme d'un canon, ſoit amas de poudre enflammé, il paroît moralement impoſſible qu'un bon obſervateur ſe méprenne d'une ſeconde ſur l'inſtant du ſignal. Je crois donc démontré que par ce moyen on peut au moins répondre, à une ſeconde près, de la correſpondance des deux obſervations dont on ne pourroit être

ſûr

ſûr qu'à 10 ſecondes près par la méthode des Satellites; & comme il eſt aiſé de répéter pluſieurs fois la même opération, par exemple, d'heure en heure pendant une ou pluſieurs nuits, en prenant le moyen réſultat de toutes les différentes obſervations, on approchera du but encore plus près; ſuppoſons à une demi-ſeconde, l'erreur ſera réduite à la vingtieme partie de ce qu'elle étoit, & ſi l'on ne peut aller plus loin, c'eſt moins la faute de la méthode, que parce qu'un plus petit intervalle de tems qu'une demi-ſeconde ne paroît pas ſaiſiſſable par l'obſervateur. Quant à ce qui regarde en particulier notre travail ſous l'Equateur, voici l'avantage que nous pouvons tirer de cette méthode.

On ſait qu'il y a de très hautes Montagnes, & peut-être les plus hautes du Monde, dans le pays où nous allons opérer. La Montagne de Ste. Marthe, à 50 lieues de Carthagene & de la côte, ſe voit à plus de 30 lieues en Mer. Les plus grands Fleuves de l'Amérique méridionale prennent leurs ſources à quelques lieues de Quito, & preſque ſous l'Equateur; ce n'eſt donc pas trop hazarder que de ſuppoſer qu'en choiſiſſant un endroit favorable, le feu qu'on y fera pourra être apperçu à 20 lieues de diſtance de part & d'autre, en ſorte qu'il y ait 40 lieues entre les deux obſervateurs.

Ceci poſé, ſuppoſons que le degré de l'Equateur ſoit de 60000 toiſes, plus grand de 3000 que Mrs. Picard & Caſſini n'ont trouvé les degrés du Méridien en France.

Les deux minutes & demie, ou la 24me

partie d'un degré terreſtre dont on pouvoit errer par la méthode des Satellites, feront 2500 toiſes, qui ſe trouveront réduites à un vingtieme, en ſe ſervant du feu de la poudre, c'eſt-à-dire, à 7 ſecondes & demie de degré, qui, dans la ſuppoſition précédente, valent 125 toiſes: de plus, cette quantité eſt à répartir ſur 40 lieues, c'eſt-à-dire, ſur environ 2 degrés. On pourra donc déterminer la valeur d'un degré de l'Equateur à 65 toiſes près, & celle d'un degré de toute autre parallele plus préciſément encore, & d'autant plus préciſément qu'il différera plus de celui de l'Equateur, puiſque la même diſtance répond à un plus grand nombre de degrés de longitude à meſure qu'ils décroiſſent en s'éloignant de l'Equateur.

En ſuppoſant qu'on ait un arc d'un parallele à l'Equateur meſuré dans nos climats avec la même préciſion, cette approximation eſt plus que ſuffiſante pour décider la queſtion * de la Figure de la Terre qui diviſe les plus célèbres Géometres & Aſtronomes de nos jours. La différence d'un degré de longitude ſur la parallele de Paris qui réſulte de l'hypotheſe Elliptique de M. Caſſini à l'hypotheſe Sphérique, eſt, ſuivant M. Caſſini même, par la comparaiſon de ſes opérations Trigonométriques aux obſervations de M. Picard, au moins de 1037 toiſes: à plus forte raiſon cette différence ſeroit-elle plus grande entre deux degrés d'un même parallele, comparés dans les deux hypotheſes

* *Mém. de l'Acad.* 1733. *p.* 153.

ſes oppoſées du Sphéroïde oblong & du Sphéroïde applati.

Il eſt vrai que dans le calcul précédent on n'a pas fait entrer l'erreur des Pendules; cette erreur, qui dans la méthode ordinaire pouvoit avec raiſon être preſque comptée pour rien par rapport à l'autre qui étoit décuple, devient maintenant la plus conſidérable: mais on ſait qu'avec une grande attention de la part des obſervateurs & de fréquentes vérifications, on peut s'aſſurer de l'heure vraye à une ſeconde près; & comme l'erreur ne peut pas être toujours du même côté, il eſt très vraiſemblable que le moyen réſultat de diverſes obſervations qui peuvent ne pas différer d'une ſeconde, ſera ſouvent exempt d'erreur.

Juſqu'à préſent il ne paroît pas permis d'eſpérer rien de plus. Dans la Phyſique la juſteſſe a ſes bornes: nous ne devons pas nous attendre à anéantir les erreurs; tout ce que nous pouvons prétendre, c'eſt d'en reſſerrer les limites.

ANALYSE CHIMIQUE DU ZINC.

PREMIER MEMOIRE.

Par M. HELLOT. *

LE Zinc eſt une ſubſtance métallique d'une nature peu connue, quoiqu'il ſoit de-

* 26 Mars 1735.

depuis longtems entre les mains des ouvriers en cuivre, qui l'employent ou ſeul ou mêlé avec le Laiton, pour en compoſer leur ſoudure.

Depuis la découverte du métal du Prince Robert, on a allié le Zinc avec le Cuivre rouge; & de ſes différentes proportions avec la Roſette, avec le Cuivre jaune, quelquefois avec le Fer, il a réſulté un métal de Prince plus parfait auquel on a donné le nom de *Tombac*. M. Geoffroy a donné ſur ce métal compoſé un Mémoire * auquel on peut avoir recours.

Les Chimiſtes qui ont tant analyſé les matieres minérales & métalliques, ſemblent avoir mépriſé celle-ci; car hors la préparation des fleurs de Zinc, on trouve peu d'opérations décrites qui tendent à découvrir ce que c'eſt qu'une matiere métallique ſi ſinguliere.

Les Alchimiſtes au contraire ſe flattent de tirer de ſa partie ſulphureuſe de grands ſecours pour la réuſſite de quelques procédés qui ont le grand œuvre pour objet. Reſpour, dans ſon Livre intitulé † *Rares Expériences ſur l'Eſprit minéral pour la préparation & tranſmutation des Corps métalliques*, prétend obtenir par le Zinc, l'Alcaeſt ou le menſtrue véritable & univerſel des métaux. Nicolas de Locques, autre Auteur du même ordre, dans ſes ‡ *Rudimens de la Philoſophie naturelle*, l'appelle la *premiere matiere des Philoſophes*. Ils promettent l'un & l'autre des choſes ſi merveilleuſes du réſultat de quelques opérations qu'ils dé-

* *Ann.* 1725. *p.* 81.
† *Imprimé en* 1668.
‡ *Imprimés en* 1665.

décrivent énigmatiquement, que ces deux Livres ſont devenus rares & d'un prix déraiſonnable.

Vérifier les procédés obſcurs de ces Auteurs, démontrer la fauſſeté du plus grand nombre de leurs promeſſes par une analyſe méthodique du Zinc, c'eſt ce que M. Geoffroy ſe propoſa de faire il y a deux ans; & comme c'étoit un plaiſir & un amuſement pour moi de l'aider dans ce travail, j'ai fait un grand nombre d'expériences qu'il a vérifiées, & qui pourront donner quelques éclairciſſemens ſur cette matiere.

Toutes ces expériences, miſes en ordre, fourniront trois Mémoires. Le premier contient de ſimples obſervations ſur les diſſolutions de cette eſpece de métal. Le ſecond, un ſupplément à ces obſervations, où l'on examinera plus ſcrupuleuſement que dans le premier, le réſidu de ces diſſolutions, après qu'on en aura retiré le diſſolvant par la diſtillation. Dans le troiſieme, on rendra compte des altérations ou changemens que le Zinc peut cauſer en l'introduiſant dans les métaux par le ſecours du feu, ou par ſon mêlange avec leurs diſſolutions. Quant à préſent M. Geoffroy me permet de reprendre la part que j'avois dans ce travail, & c'eſt cette part qui eſt la matiere du Mémoire ſuivant.

Il ne paroît pas que les Anciens ayent connu cette ſubſtance métallique; du moins, quelque recherche que j'aye pu faire, je n'en ai trouvé aucun qui en ait fait mention. Schroder ſemble être le premier qui en ait parlé: il nomme ce métal *Marchaſſita pallida*: d'autres

tres Auteurs Allemands l'ont appellé *Conterfeth*: d'autres le nomment *Speauter* ou *Spiauter*, mais ce dernier nom appartient à une eſpece particuliere de Zinc, qui eſt jaune, qu'on trouve rarement, & qu'il eſt très difficile d'avoir ſans quelque mêlange de Cuivre ou d'autre métal.

Le Zinc eſt nommé par les Anglois *Spelter*: ils s'en ſervent principalement à blanchir, à purifier & à durcir l'Etain de quelques-unes de leurs Mines de la Province de Cornouailles; mais ils n'en mettent qu'une très petite portion, de crainte de le rendre trop caſſant.

Nous trouvons ici deux eſpeces du Zinc ordinaire ou blanc; l'une qui nous vient des Indes Orientales en petits pains ou lingots plats, que les marchands Indiens falſifient preſque toujours, en introduiſant pendant la fonte une maſſe peſante & ferrugineuſe dans le milieu du lingot, dont elle fait ſouvent le tiers du poids.

L'autre eſpece de Zinc blanc vient d'Allemagne en gros pains: il eſt plus pur & plus eſtimé que celui des Indes.

L'Auteur de l'*Alchimia denudata* dit qu'on en trouve auſſi dans les mines d'Etain; M. Juncker cite le Zinc d'Angleterre, & dit qu'il eſt plus tenace que le Zinc d'Allemagne, & qu'il rend les métaux moins caſſans; il y a auſſi quelques Minéralogiſtes qui parlent d'une mine de Zinc autrefois en valeur dans la Boheme, mais qu'on a abandonnée depuis pluſieurs années.

Nous ne ſavons pas de quelle Mine on tire le

le Zinc qui nous vient des Indes Orientales; mais M. Stahl a donné un détail de la fabrique de celui de Goslar où l'on fond tout le Zinc qu'on tire des Mines de Plomb de Rammelsberg dans le Duché de Brunswick; & comme je me propose de donner une analyse complette de celui-ci, je crois qu'il n'est pas inutile de traduire le procédé de son extraction, tel que ce célèbre Chimiste l'a publié.

„ On le tire d'une Mine de Plomb qui se fond „ difficilement, quoiqu'elle ne soit ni pierreu„ se ni stérile, & qu'au contraire elle soit assez „ nette & composée de feuillets ou lames „ petites & interrompues. Trois des côtés „ du Fourneau où l'on fond cette Mine sont „ construits en briques: le quatrieme ou la „ partie antérieure se ferme avec une pla„ que composée de plusieurs carreaux de „ pierre grise qui se refend comme l'ardoise, „ mais qui résiste au feu. On ne laisse à „ cette plaque que l'épaisseur d'un pouce, „ afin que dans le tems que la Mine est en „ fonte, cette plaque puisse être raffraichie „ par l'air extérieur, ou par des aspersions „ d'eau froide, si la fraicheur de l'air n'est „ pas suffisante.

„ On employe douze heures de feu non „ interrompu, pour achever chaque fonte de „ la quantité de Mine que le fourneau peut „ contenir. La Mine étant en fonte par le „ secours des soufflets, le Zinc se sépare du „ Plomb, s'éleve en fleurs, dont la plus „ grande partie s'attache aux parois du four„ neau qui sont construites en briques, & y

„ forme

„ forme une croute de l'épaiſſeur d'une plu-
„ me à écrire, de la conſiſtence ou ſous la
„ forme d'une terre cuite & à demi vitrifiée.

„ A chaque nouvelle fonte, il s'applique
„ une nouvelle couche de cette matiere à
„ la précédente, & toutes les couches réu-
„ nies de pluſieurs fontes rétréciroient la ca-
„ pacité du fourneau, ſi on n'avoit pas la
„ précaution de les en détacher de tems en
„ tems. Ces croutes ſont la *Cadmia Forna-*
„ *cum.*

„ On trouve adhérente à la plaque de
„ pierre qui ferme la partie antérieure du
„ fourneau, une autre matiere (moins cal-
„ cinée) ſemblable à un plomb fondu, dont
„ quelques parties paroiſſent preſque rédui-
„ tes en chaux.

„ A la fin de chaque fonte de Mine, on
„ ôte les charbons embraſés du bas de cette
„ partie antérieure: on y ſubſtitue du char-
„ bon groſſierement pulvériſé, non embraſé,
„ & l'on frappe la plaque à petits coups de
„ marteaux. Le Zinc qui s'y étoit attaché
„ ſe revivifie, & coule comme un Etain en
„ fuſion, mais beaucoup plus ardent que
„ l'Etain ne le ſeroit, & avec une flamme ſi
„ brillante, qu'en peu de tems il ſeroit ré-
„ duit en cendres légeres & blanches, s'il ne
„ prenoit pas dans l'inſtant la forme de mé-
„ tal en traverſant le charbon pulvériſé qu'il
„ embraſe en paſſant. On l'en retire auſſi-
„ tôt qu'il eſt refroidi, & avec un feu mo-
„ déré on le refond pour le mettre en pains
„ ou lingots.

Cette fabrique du Zinc fait voir qu'il ne
diffère

differe de la *Cadmia Fornacum* que par le degré de calcination, & que le froid de l'air extérieur ou l'aſperſion de l'eau l'empêchent de perdre entierement ſa forme métallique.

„ On fait auſſi près d'Aix-la-Chapelle une „ eſpece de Zinc qu'on nomme *Arco*. Il ſe „ fabrique en faiſant fondre la Calamine a- „ vec du charbon de bois. Ce qui eſt moins „ purifié que l'Arco, lequel eſt aſſez impur „ lui-même, ſe nomme *Raulis*. Il faut le pu- „ rifier une ſeconde fois pour en faire l'Ar- „ co. Les Fondeurs retirent encore une „ autre matiere blanchâtre qu'ils nomment „ en Flamand *Bloeme*, & qui n'eſt autre cho- „ ſe que des fleurs de la Calamine adhéren- „ tes à la partie ſupérieure du fourneau qui „ a ſervi à faire l'Arco *.

Le Zinc a pluſieurs caracteres qui appartiennent aux métaux, puiſqu'il ſe met en fonte comme l'Etain, comme le Plomb, puiſque le Mercure s'amalgame avec lui à l'aide d'une digeſtion, puiſqu'il a le brillant d'un métal, & qu'il eſt, pour ainſi dire, ductile: car du moins les premiers coups de marteaux qu'on frappe deſſus font leur impreſſion, & l'applatiſſent un peu ſans le rompre: il faut les répéter pour le gercer davantage & pour le diviſer.

Mais la chaux de ce métal n'eſt pas fixe comme celle du Plomb & de l'Etain. Un feu aſſez foible le réduit en une chaux volatile, car je crois qu'on peut ainſi nommer les fleurs de Zinc, du moins pendant qu'elles s'éle-

* *Lett. de M. Clermont, Med. de Liége.*

s'élevent. Cette chaux ne ſe reſſuſcite pas non plus en métal comme celle du Plomb & de l'Etain, par l'addition d'un principe inflammable tiré des Végétaux ou des Animaux.

C'eſt à ces fleurs que des Alchimiſtes ont donné les noms myſtérieux de *Talc des Philoſophes*, de *Sericon*, d'*Eau ſeche des Sages*, de *Cotton Philoſophique*.

L'huile qu'ils en tirent par le moyen du Vinaigre eſt, ſelon eux, une *huile tingente*: c'eſt l'*huile de Talc* tant recherchée, mais inutilement, faute de connoitre le vrai Talc. Enfin cette chaux eſt, ſuivant Glauber, le remede de toutes les playes ulcéreuſes, de quelque nature qu'elles ſoient; & ſon huile prétendue, un remede preſque univerſel. On verra par les Mémoires qui ſuivront celui-ci, ſi toutes ces propriétés ſont chimériques ou non. J'examine à préſent de quelle maniere cette ſubſtance métallique eſt diſſoute par les acides, & ce qui réſulte des diſſolutions qui en ont été faites tant ſur la forme de métal qu'après l'avoir réduit en fleurs.

Le plus ſimple des moyens qu'on puiſſe employer pour avoir des fleurs de Zinc, pures & bien blanches, eſt de le fondre dans un creuſet haut de bords; d'incliner ce creuſet dans un fourneau ſous un angle de 45 degrés ou environ, de faire deſſous un feu modéré, ſeulement un peu plus fort que pour tenir le plomb en fonte.

Si on laiſſe le Zinc en fuſion au fond du creuſet, ſans l'agiter de tems en tems avec une verge de fer, il ſe forme ſur ſa ſurface une croûte cendrée qui empêche ſa fulmination,

nation, & ſous laquelle il ſe réduit peu-à-peu en une chaux grumeleuſe. Ainſi pour faciliter l'élévation des fleurs, il faut avoir ſoin de rompre cette croûte, lorſqu'elle commence, & à chaque fois qu'elle ſe reforme. Il paroît auſſi-tôt une flamme blanche & très brillante: à deux pouces au-deſſus de cette flamme il ſe forme une fumée épaiſſe, & avec cette fumée il s'éleve des fleurs très blanches qui reſtent quelque tems adhérentes aux parois du creuſet ſous la forme d'un coton fort délié.

Ces fleurs étant recueillies à meſure qu'elles ſe forment, afin d'en perdre le moins qu'il eſt poſſible, donnent une augmentation de poids. Car de 4 livres de Zinc, j'ai retiré 3 livres 14 onces de belles fleurs blanches, 2 onces 2 gros d'autres fleurs moins fines & un peu brunes, & 1 once d'une terre calcinée, ou qui en avoit l'apparence: ce qui fait une augmentation de 2 gros & demi par livre; ſans compter la portion de fleurs que la fumée du Zinc emporte avec elle, quelque ſoin qu'on prenne pour l'en empêcher. Car ſi à deſſein de les retenir, on préſente à l'ouverture du creuſet un grand balon à col-coupé & du même diametre que cette ouverture, la communication libre de l'air extérieur ſe trouvant interrompue, la fulmination ceſſe preſque dans l'inſtant, & par conſéquent l'élévation des fleurs.

Cette fumée épaiſſe du Zinc a une légere odeur d'ail; ce qui doit faire ſoupçonner dans ce métal un principe arſénical. Il eſt même dangereux de s'y tenir longtems expoſé; cette fumée

ſumée affecte les poumons, & excite une toux incommode qui dure pendant pluſieurs jours.

La réduction du Zinc en fleurs ou cotton paroît être une deſtruction ſans retour de ſa forme métallique. Les moyens ordinaires, employés pour reſſuſciter les chaux des autres métaux, ſont inutiles pour la revivification de ces fleurs, malgré ce qu'en dit Caſtellus dans ſon *Lexicon Medicum*, au mot *Zincum*, & je me ſuis ſervi ſans ſuccès de la Poix, de l'huile de Lin, du Charbon pulvériſé, du Suif, employés ſéparément. Ainſi le principe ſulphureux qui donne la liaiſon aux parties de ce métal, paroît être d'une nature particuliere. Il faudra le chercher apparemment dans un autre regne que dans celui des Végétaux ou des Animaux. Les tentatives que j'ai déja faites, & que je ferai encore pour le découvrir, ſeront rapportées dans un autre Mémoire. Je vais rendre compte à préſent de tout ce qui ſe paſſe pendant la diſſolution du Zinc dans les eſprits acides, en commençant par les plus foibles.

J'ai mis dans 4 petits cryſtaux de Montre le poids de 2 grains de Zinc rompu en petits morceaux. Après avoir ajuſté le premier ſous un bon Microſcope à trois verres, j'ai verſé deſſus 12 gouttes de Vinaigre diſtillé, bien déflegmé. Les bulles d'air n'ont commencé à paroître qu'au bout de 3 minutes: elles ne ſe formoient d'abord que ſur les facettes du métal, ternes, refendues ou inégales, & ce n'a été qu'à la 36me minute que j'en ai apperçu ſur les facettes polies ou brillan-

illantes. Une heure après, les petits mor-
eaux de Zinc ſont devenus noirs comme du
harbon, & le 2d jour je les ai trouvé dis-
ous, à l'exception d'une matiere noire, rare
ſpongieuſe, dont il ſera parlé dans la ſuite
e ce Mémoire. Ayant mis évaporer au bain
e Sable cette petite quantité de diſſolution,
s'eſt formé une concrétion ſaline blanche,
ont un petit morceau étant approché d'une
ougie allumée, a donné une flamme vive
'un très beau bleu, avec une odeur aſſez a-
réable.

Dans le ſecond cryſtal de Montre, j'ai
erſé 12 gouttes d'eſprit de Sel. J'ai vu les
ulles d'air ſortir dans l'inſtant de toutes les
arties du métal luiſantes ou ternes. La diſ-
olution a été finie au bout de 5 heures, &
n'en eſt reſté de non-diſſous qu'un ſédiment
eu différent de la matiere noire & ſpongieu-
de l'examen précédent. Après l'évapora-
on de toute l'humidité, il eſt reſté une mas-
jaunâtre; & dans l'eſpace de 5 ou 6 jours,
s'eſt élevé une eſpece de mucilage gras &
nCtueux au toucher. J'ai fait deſſécher ce
ucilage au bain de Sable, & il m'eſt reſté
ne concrétion ſaline jaune qui s'humecte fa-
lement à l'air.

Les 2 grains de Zinc du 3me cryſtal ont été
ſſous en moins d'une minute par 12 gout-
s d'eſprit de Nitre, ſans qu'aucune partie
métal ait été épargnée, la liqueur étant
ſtée tranſparente & ſans ſédiment. En fai-
nt évaporer lentement cette diſſolution, il
eſt formé une cryſtalliſation nitreuſe qui,
iſe ſur un charbon ardent, y fuſe avec le

bruit ordinaire du Nitre, mais avec cette difrence qu'elle ne s'y enflamme pas, qu'elle s'y convertit en une liqueur qui éteint le charbon, & qu'il y reſte une chaux jaunâtre.

Je n'ai verſé ſur les 2 grains de Zinc du 4me cryſtal que 6 gouttes d'huile de Vitriol, parce qu'elle étoit très concentrée. Cet acide l'a attaqué d'abord avec beaucoup de vivacité, mais ſon action a ceſſé au bout de 2 minutes. J'ai ajouté ſucceſſivement juſqu'à 6 gouttes d'eau; à ce degré d'affoibliſſement la diſſolution a recommencé avec des phénomenes différens que dans les diſſolutions par les autres acides. Ici, chaque bulle d'air emportoit avec elle, à la ſurface de la liqueur, une ou deux particules détachées du métal, & la diſſolution complette de ces particules s'achevoit à cette ſurface. Après 6 minutes, les bulles d'air ont ceſſé de paroitre. Il reſtoit un peu de ſédiment blanc, qui en 17 minutes a été diſſous ſans aucune ébullition. Cette diſſolution évaporée lentement, m'a donné un Vitriol de Zinc, ou Vitriol blanc.

Le Microſcope ayant fait voir tout ce que par ſon ſecours on peut découvrir du méchaniſme de ces diſſolutions, il faut examiner de ſuite quels ſeront les produits d'une quantité raiſonnable du même métal & de ſes fleurs dans les mêmes diſſolvans.

DISSOLUTION DU ZINC ET DE SES FLEURS *dans le Vinaigre.*

En dix jours, 8 onces de Vinaigre diſtillé ont diſſout, à l'aide d'un feu de digeſtion, une

une once moins 6 grains de Zinc, après quoi l'acide a ceſſé d'agir. Le Vinaigre s'y étoit adouci à peu près comme il auroit fait ſur le Plomb. Je dis, à peu près; car je craignois de le goûter, ayant été averti par M. Groſſe qu'il étoit dangereux de le tenir dans la bouche, & que pour peu qu'on en avalât, il donnoit des nauſées, faiſoit vomir, & cauſoit quelquefois une diarrhée douloureuſe. L'Académicien, que je cite, & ſon Neveu ont reſſenti eux-mêmes ces effets.

Par une diſtillation lente, j'ai retiré 6 onces 2 gros de pur flegme, ou du moins qui n'avoit qu'une acidité preſque inſenſible. Enſuite le feu ayant été augmenté, il a paru des ſtries au chapiteau: j'ai changé alors de récipient. A la liqueur ſpiritueuſe, dénotée par les ſtries, a ſuccédé une ſublimation en fleurs blanches & déliées. Enſuite il a monté des vapeurs blanches qui ſe ſont condenſées au chapiteau de la cucurbite en gouttelettes d'une huile d'abord jaune, puis d'un verd foncé. La diſtillation étant finie, j'ai trouvé dans le récipient près de 4 gros d'une liqueur très ſulphureuſe, qui s'enflamme comme l'eſprit de Vin, & qui eſt la même que celle dont M. Homberg a parlé dans ſon Mémoire de 1710 *. J'ai mis cette liqueur dans une fiole cylindrique remplie d'eau aux trois quarts: elle a ſurnagé d'abord, puis elle s'eſt mêlée avec l'eau comme fait l'eſprit de Vin, & il n'a reſté de ſurnageant que trois gouttes d'une huile rougeâtre aromatique, que M.

* Pag. 315.

M. Homberg croit être l'huile du Zinc. Je n'ai pas eu comme lui le bonheur de réuſſir à la preuve qu'il en donne, quoique j'aye employé à diſſoudre les fleurs de Zinc, un eſprit de Vitriol auſſi affoibli qu'il le preſcrit *. J'ai répété deux fois l'expérience, cependant je n'ai vu paroitre à la fin de la diſtillation aucun veſtige d'une huile ſemblable à la précédente. Je crois pourtant qu'il eſt néceſſaire de répéter pluſieurs fois le procédé, avant que de rien conclure contre un fait avancé par un Chimiſte ſi célèbre.

C'eſt à cette huile tirée par le Vinaigre que des Alchimiſtes attribuent la propriété de fixer l'Argent, c'eſt-à-dire, de le concentrer au poids de l'Or, de le défendre contre l'attaque de l'Eau-forte, & de le rendre diſſoluble ſeulement par l'Eau régale. Mais ſi cette huile n'etoit qu'une huile du Vin, que deviendroient de ſemblables promeſſes?

A l'égard des fleurs qui ſe ſont ſublimées au chapiteau pendant la diſtillation, elles brûlent à la lumiere d'une bougie, & donnent une belle flamme bleue, comme la concrétion ſaline dont j'ai parlé ci-devant.

Ce même ſublimé, mis dans l'eſprit de Vin, ne fait que s'y diviſer. Il lui donne d'abord une belle couleur d'opale, puis il ſe dépoſe au fond de la bouteille ſous la forme d'un mucilage. Si l'on place au Microſcope un peu de ce dépôt, on reconnoit aiſément que ce n'eſt autre choſe que des fleurs de Zinc très déliées, que la partie inflammable

* *Mém. de l'Acad.* 1715. p. 321.

ble du Vinaigre avoit élevées avec elle.

J'ai mis des fleurs de Zinc dans pareille quantité de Vinaigre distillé, & dans ces huit onces d'acide végétal il s'en est dissout en six jours un même poids d'une once moins quelques grains. Par la distillation j'ai eu les mêmes liqueurs, inflammable & huileuse, que celles de l'expérience précédente, mais un peu moins de fleurs sublimées.

Il reste à la fin des deux opérations que je viens de décrire, un caput mortuum de la couleur des cendres ordinaires. Par ce caput mortuum on peut avoir encore une huile qui m'a paru différente de la précédente. Il faut verser dessus le flegme légerement acide qu'on a retiré des distillations, l'y laisser en digestion pendant 8 ou 10 jours, le verser ensuite par inclination ou le filtrer, puis le distiller jusqu'à sec; il restera au fond de la cucurbite une matiere résineuse qu'il faut mettre à part, jusqu'à ce qu'en répétant les mêmes extractions avec la même liqueur distillée, on ait un volume suffisant de cette espece de résine. On la mettra alors dans une petite cornue qu'on chauffera par degrés jusqu'à la faire rougir. Il sortira une petite quantité d'une liqueur sulphureuse & jaunâtre, qui sera suivie de vapeurs opaques & blanches. Lorsque le récipient se sera éclairci, l'opération sera finie. On trouvera dans ce vaisseau la liqueur jaunâtre dont je viens de parler, sans aucune marque d'huile: mais si on fait passer cette liqueur sur une poudre blanche qui sera adhérente au récipient, dans la partie qui pendant la distillation se trou-

voit ſous le col de la cornue, la liqueur diſſoudra cette poudre dans l'inſtant, & l'on verra auſſi tôt ſurnager pluſieurs gouttelettes d'une huile rougeâtre.

J'ai enlevé de ces gouttelettes d'huile avec la pointe du pinceau, & j'en ai fait des traits ſur une feuille d'Or & ſur une feuille d'Argent battues. Il m'a paru au bout de 24 heures que la partie touchée par le pinceau avoit été également diſſoute dans l'une & l'autre feuille. Je ferai enſorte dans la ſuite d'avoir une quantité plus conſidérable de cette huile, pour répéter l'expérience, que je n'ai pu faire encore qu'une ſeule fois.

DISSOLUTION DU ZINC ET DE SES FLEURS *dans l'eſprit de Sel.*

Trois onces d'eſprit de Sel ont diſſout juſqu'à parfaite ſaturation 3 gros moins 2 grains de Zinc rompu en petits morceaux. Il s'eſt élevé pendant la diſſolution des vapeurs ſi chaudes, que le col de la cornue en a été fêlé. Cet acide, ainſi que celui du Vinaigre, épargne une matiere noire, rare & ſpongieuſe.

J'ai ſurvuidé la diſſolution dans une autre cornue, pour en ſéparer cette matiere non diſſoute que j'ai édulcorée avec de l'eau chaude: elle a pris en ſéchant une couleur d'ardoiſe: ſur l'Or & ſur le Cuivre elle n'a donné aucun indice de Mercure, quoiqu'il y ait quelques Auteurs qui prétendent qu'elle en contient; auſſi eſt-elle trop légere pour qu'on y en puiſſe ſoupçonner. J'en ai approché une petite portion de la lumiere d'une bougie, elle

elle s'y eſt calcinée ſans brûler. Sur le charbon ardent elle ſe calcine de même, & rien ne s'en reſſuſcite en métal. L'eſprit de Nitre & l'huile de Vitriol la diſſolvent également.

Quant à la diſſolution décantée, je l'ai diſtillée à feu gradué, & j'en ai retiré d'abord 2 onces de pur flegme, enſuite 2 gros d'eſprit de Sel foible d'une odeur fort agréable. Il s'eſt ſublimé alors quelques fleurs à la voûte de la cornue. J'ai changé de récipient pour la troiſieme fois, & j'y ai reçu 17 gouttes d'un eſprit de Sel jaune doré & d'une acidité ſurprenante. Je diſtingue ces 17 gouttes de l'eſprit de Sel paſſé dans le ſecond récipient, parce que celles-ci ſont montées en vapeurs, qu'elles étoient colorées, & que le précédent eſprit de Sel ne l'étoit pas. J'ai trouvé le lendemain à la voûte de la cornue un ſublimé aſſez compacte, d'un blanc citronné, & au fond une matiere gommeuſe, tenace & noirâtre. J'ai replacé cette cornue à un feu de reverbere, où je l'ai fait rougir: le ſublimé a augmenté de volume, mais il n'eſt ſorti aucune vapeur de la cornue malgré la violence du feu. Les vaiſſeaux étant refroidis, j'ai coupé cette cornue, & j'en ai trouvé la partie ſupérieure enduite d'un Vernis tranſparent parſemé de veines opaques & blanches: ce Vernis s'eſt humecté auſſi-tôt qu'il a été expoſé à l'air. Au fond de la cornue il y avoit une matiere épaiſſe noirâtre & vitrifiée comme un Verre de Borax, & qui, comme ce prétendu Verre, s'humecte facilement à l'air. Le tout avoit une odeur ſulphureuſe, vive & ſuffocante. J'ai expoſé

à l'air tous les morceaux rompus de la cornue, les enduits & la masse du fond s'y sont mis en un deliquium que j'ai filtré. Il est resté sur le filtre une matiere blanche qui lavée, sechée & placée au Microscope, paroît être des fleurs de Zinc très fines.

La liqueur filtrée étoit d'une astriction insupportable & d'un goût très desagréable : au bout de six mois il s'en est précipité une poudre rougeâtre, & l'astriction a paru moins forte.

Dans un pareil poids de 3 onces d'esprit de Sel j'ai dissout peu à peu jusqu'à 3 gros 58 grains de fleurs de Zinc. La dissolution s'en est faite assez vîte & sans effervescence. Il étoit resté au fond de la cornue un dépôt noir & pesant, qui a eu besoin d'un feu de digestion pour être totalement dissout.

Par la distillation au bain de Sable, j'ai retiré près de 2 onces de pur flegme, & ensuite 4 gros d'esprit de Sel fort foible; après quoi la distillation a cessé, faute de chaleur suffisante, & les fleurs dissoutes sont restées au fond de la cornue en une masse rouge & gommeuse.

Le dessous de cette masse, vu à travers le verre de la cornue, étoit formé en étoile à six rais, assez réguliere ; étoile que j'ai trouvée dans le même endroit toutes les fois que j'ai voulu concentrer l'esprit de Sel par les fleurs de Zinc.

J'ai placé cette cornue à un feu de reverbere, avec les précautions nécessaires pour la faire rougir sans qu'elle se fêlât : il en est sorti 28 gouttes d'un esprit de Sel jaune extrêmement acide. Lorsque la cornue a été rouge,

rouge, il a paru des vapeurs blanches & épaisses qui ont amené avec elles des fleurs dans le col de la cornue & dans le récipient. Ensuite il s'est élevé un beurre de fleurs de Zinc couleur de souphre. A la suite de ce beurre, il s'est sublimé un peu de matiere rouge au col & sur la voûte de la cornue, au fond de laquelle il est resté fixe une petite masse rouge, percée à jour d'une infinité de petits trous, & ayant à sa circonférence de petites particules brillantes qui, vues à la Loupe, ressemblent à des raclures de corne blanches & très fines. Ce beurre retiré encore chaud, pesoit 3 gros & demi. Exposé à l'air, il fume beaucoup, & s'humecte facilement: la petite masse rouge pesoit 12 grains.

Ces deux expériences offrent quelques différences à observer. Premierement, il y a une violente effervescence pendant la dissolution du Zinc: il n'y en a presque point pendant celle de ses fleurs. 2°. J'ai retiré par les fleurs 11 gouttes d'esprit de Sel jaune & concentré plus que de la dissolution du Zinc sous sa forme métallique. 3°. Un beurre de Zinc qui a monté au col de la cornue, au-lieu que le précédent étoit resté presque tout entier fixe dans le fond, & comme vitrifié, quoique la violence & la durée du feu ayent été égales dans l'une & l'autre expérience. 4°. Un caput mortuum rouge qui ne m'est pas resté de la dissolution du Zinc en métal, & qui sera examiné pour le second Mémoire.

Il y a quelques opérations indépendantes de l'objet présent, pour lesquelles on a besoin d'un esprit de Sel concentré ou d'une

acidité extrême, ce qui ne ſe fait bien que par la calamine ou par les fleurs de Zinc; mais dans les deux manieres précédentes de le concentrer, on ne peut le chaſſer tout entier, quelque violent feu qu'on employe: il faut pour cela avoir recours à l'huile de Vitriol. J'en ai donc verſé ſur du beurre de Zinc fait ſelon le dernier procédé, & avant qu'il ſe fût humecté à l'air. Il y a eu une vive efferveſcence; & ſans feu, il a diſtillé un eſprit de Sel très acide que j'ai achevé de retirer, en mettant ſous la cornue tubulée un feu de lampe d'un ſeul lumignon. L'acide vitriolique a ſaiſi le Zinc en chaſſant l'acide du Sel marin, & avec cette baſe il a formé un ſel vitriolique peu différent de celui dont je parlerai dans l'article de ce Mémoire qui concerne la diſſolution de ce métal dans l'eſprit de Vitriol.

DISSOLUTION DU ZINC ET DE SES FLEURS *dans l'eſprit de Nitre.*

L'eſprit de Nitre diſſout le Zinc, d'abord avec une vive efferveſcence, mais qui ſe ralentit bien vîte. Ainſi pour que la diſſolution s'en faſſe promptement, & ſans trop d'évaporation des vapeurs rouges, que dans bien des cas on doit conſerver, il faut ſur un eſprit de Nitre tiré d'une partie de Salpêtre raffiné & de ſix parties d'Argile, verſer un poids égal d'eau diſtillée. Six onces d'un tel mêlange ont diſſout 5 gros & demi de Zinc réduit en petits morceaux, & la diſſolution s'en eſt faite en moins de deux heures. Cet acide, com-

comme je l'ai déja dit, diſſout ce métal tout entier, & s'il ſe dépoſe un peu de la matiere noire dont j'ai parlé précédemment, il n'y a qu'à agiter la liqueur, ce ſédiment ſera diſſout preſque dans l'inſtant.

J'ai placé à un feu de Sable doux la cornue qui contenoit cette diſſolution, pour la déflegmer. J'ai retiré d'abord 4 onces de pur flegme; après quoi j'ai changé de récipient, & en trois heures que la diſtillation a continué à ce degré de feu, il n'a paſſé que 6 gros d'eſprit de Nitre aſſez foible: le plus acide s'étant concentré dans le Zinc, reſtoit avec lui au fond de la cornue en une maſſe transparente, tenace & d'un jaune orangé. J'ai porté cette cornue à un feu de reverbere, & au bout d'une demi-heure il en eſt ſorti des vapeurs rouges en ſi grande abondance que j'aurois riſqué la rupture des vaiſſeaux, ſi je n'avois pas éteint le feu ſubitement.

J'ai trouvé le lendemain ces vaiſſeaux auſſi remplis de vapeurs que pendant la diſtillation: il y avoit dans le petit balon un gros & demi d'eſprit de Nitre, verd comme la plus belle émeraude, & ce petit balon, quoique bien égouté, a demeuré pendant huit jours rempli de vapeurs rouges.

En eſſayant au col de la même cornue un autre moyen balon où j'avois mis de l'eau commune, il eſt ſorti ſur le champ de cette cornue, quoique froide, une colomne de vapeurs rouges qui a toujours été perpendiculaire à la ſurface de l'eau, dans quelque poſition que fût le col de la cornue par rapport à cette ſurface, ce qui a duré près d'une heu-

re; après quoi les vapeurs ont ceſſé, parce que la cornue n'en contenoit de libres que ce que la matiere du fond en avoit aſpiré pendant la nuit du premier balon qui avoit reçu le premier eſprit de Nitre verd.

Après avoir ajuſté un long canal de verre entre le col de la cornue & le nouveau balon où j'avois mis de l'eau, j'ai recommencé la diſtillation à un feu très modéré, & il a paſſé en quatre heures 9 gros d'eſprit de Nitre qui, malgré l'eau du balon, a paru d'un verd preſque auſſi beau que le premier gros & demi qui étoit ſans eau. J'ai verſé le tout enſemble dans une bouteille de cryſtal que j'ai bouché d'un bouchon de liége trempé dans de la cire fondue: mais malgré cette précaution, la couleur verte de cet eſprit de Nitre, qu'on nomme *gradué*, s'eſt diſſipée au bout de trente heures, & la liqueur eſt demeurée jaunâtre.

On ne peut conſerver cette couleur que dans un vaiſſeau fermé hermétiquement, ou, ce qui eſt preſque la même choſe, dans un flacon de cryſtal fermé d'un bouchon auſſi de cryſtal: comme ils ont été uſés l'un contre l'autre pour fermer plus exactement, le poli du cryſtal en étant ôté, les vapeurs extrêmement acides qui s'élevent continuellement de cet eſprit gradué ou coloré, corrodent bien vîte les ſurfaces dépolies du cryſtal, & ſoudent enſemble le bouchon & le col du flacon, ce qui interdit tout paſſage à ces vapeurs volatiles. J'ai de cet eſprit de Nitre coloré que je conſerve ainſi depuis près de deux ans; mais ce n'eſt pas ici le lieu

lieu de parler de ſon uſage, & de vérifier les propriétés que Becher & Kunckel lui attribuent.

Les fleurs de Zinc ſe diſſolvent auſſi très vîte dans l'eſprit de Nitre affoibli par un poids égal d'eau commune, & 6 onces de ce mêlange en ont diſſout 6 gros 34 grains. Cette diſſolution diſtillée au bain de Sable a rendu 4 onces de flegme preſque inſipide, au feu de reverbere 9 gros & demi d'eſprit de Nitre un peu moins verd que le précédent. Le reſte de l'acide s'eſt évaporé, comme dans l'autre expérience, par les jointures des vaiſſeaux où il eſt demeuré concentré dans une maſſe terreuſe qui, dans l'une & l'autre expérience, eſt reſtée au fond de la cornue, & qui vers la fin de l'opération a mis les cornues en plus de cent pieces: car quelques précautions que j'aye priſes en traitant le Zinc avec l'eſprit de Nitre, je n'ai pu éviter la rupture des vaiſſeaux: c'eſt ce qui m'a fait négliger de rapporter le poids de ces réſidus.

Ces maſſes terreuſes reſſemblent à un Tripoli groſſier: leur ſurface eſt inégale & remplie de tubercules; elles ne s'humectent point à l'air, & ne paroiſſent pas avoir de goût remarquable.

Dans l'eſpérance qu'elles pourroient me donner le Phoſphore de Balduinus, je les ai calcinées à feu de forge; mais elles n'y ont ſouffert aucun changement ni ſur leur ſurface, ni dans leur couleur: elles n'ont pas donné non plus de lumiere dans l'obſcurité.

DISSOLUTION DU ZINC ET DE SES FLEURS *par l'acide Vitriolique.*

Trois onces d'huile de Vitriol concentrée, affoiblie par 3 onces d'eau, dissolvent 6 gros 20 grains de Zinc. A ce point de saturation il commence à se former des cristaux, & au bout de deux mois la liqueur superflue étant évaporée, il est resté dans la capsule un petit pain de Vitriol assez transparent. A l'occasion de ce Vitriol, qui peut indiquer la manipulation d'un Vitriol blanc factice, voici l'extrait d'une Lettre écrite à M. Geoffroy par M. Newman, alors premier Apothicaire du Roi de Prusse, & Directeur de son Laboratoire.

„ Personne n'a rien écrit en détail sur le „ Vitriol blanc; ce qui vient de ce qu'on „ ne sauroit approfondir assez ni découvrir „ sa véritable composition. Il n'y a, suivant „ l'Auteur de la Lettre, qu'un seul endroit où „ il se fasse *: c'est à Goslar où on le prépa- „ re de la Mine de Plomb de Rammelsberg. „ Cette Mine contient tant de Métaux & „ de Minéraux, qu'on a sujet de s'en étonner; „ par conséquent il n'y en a point qu'on „ puisse lui comparer, & il n'y a personne „ qui ait pu imiter parfaitement le Vitriol „ blanc. La Mine en question contient du „ Plomb, du Cuivre, de l'Argent, de l'Or,

„ du

* On en trouve aussi dans la Mine de Cuivre de *Herrn-Ground* en Hongrie. *V. le N.* 59. *des Transact. Philosophiq. p.* 1043.

„ du Zinc & de la Calamine, du Souphre,
„ du Vitriol, du Misy *, & de l'Ocre. Il
„ s'en trouve quelques veines qui ſont plus
„ riches en Zinc que les autres. C'eſt de
„ celles-ci qu'on fait une extraction ou leſ-
„ ſive avec de l'eau, & qu'on cryſtalliſe en-
„ ſuite le Vitriol blanc ſelon l'art, après l'a-
„ voir bien calcinée auparavant. Il y a auſſi
„ quelque petite portion de Cuivre dans le
„ Vitriol blanc; c'eſt ce que marque non
„ ſeulement ſa vertu émétique, mais encore
„ la légere précipitation de ce métal ſur un
„ Fer poli. Ainſi ſa baſe eſt aſſurément du
„ Zinc ou de la Calamine, qui dans cette Mi-
„ ne ſortent d'une même famille ".

L'acide vitriolique ſe concentre ſur le Zinc & ſur ſes fleurs, ſans qu'il paroiſſe de différence: il diſſout un peu plus de fleurs qu'il ne diſſout de métal; mais cette petite différence de poids ne mérite pas, tout le reſte étant égal, que je diviſe l'expérience ſuivante en deux articles.

J'ai fait diſſoudre 4 onces de Zinc dans 16 onces d'huile de Vitriol affoiblie par 16 onces d'eau de pluye. De ces 36 onces de diſſolution, j'ai retiré au bain de Sable 17 onces de pur flegme, puis au même degré de feu une once & demie d'eſprit de Vitriol qui commençoit à être ſulphureux; alors la diſtillation a ceſſé. J'ai tranſporté la cornue dans un fourneau de reverbere: à la premiere impreſſion de ce feu nud, il s'eſt développé une odeur d'*hepar Sulphuris* qui eſt de-

* Chalcitis ou Vitriol rouge.

devenue vive & suffocante vers la fin de la distillation. Au bout de deux heures de ce feu, les vapeurs blanches ont paru comme dans la rectification de l'huile de Vitriol ordinaire. J'ai changé alors de récipient, & j'ai reçu dans ce dernier 2 onces & demie d'une huile de Vitriol sulphureuse si concentrée, qu'en en versant quelques gouttes sur l'huile de Vitriol foible passée dans le récipient précédent, elles y tomboient jusqu'au fond avec autant de bruit que si c'eût été de petits morceaux de fer rouge, & elles échauffoient cette premiere huile, déja très acide, comme l'huile de Vitriol ordinaire s'échauffe avec l'eau.

Le flegme du premier récipient pesoit 17 onces, l'huile de Vitriol du second 9 onces & demie, la concentrée du troisieme 2 onces & demie. Voilà 29 onces retirées de 32 onces de liqueur employées pour la dissolution des 4 onces de fleurs; ainsi les 3 onces d'acide qui manquent au total étoient restées unies à une masse blanche & cristalline, qui étoit demeurée seche dans la cornue.

J'ai tenu cette masse au plus grand feu pendant deux heures, & jusqu'à ce que la cornue commençât à se fondre, sans qu'il en sortît aucune vapeur. Le lendemain je trouvai au fond de ce vaisseau 6 onces 6 gros d'un Sel blanc, figuré presque comme le Sel sédatif. Ce Sel est brulant sur la langue; il s'échauffe considérablement quand on verse de l'eau dessus: il s'humecte à l'air, mais lentement.

A la partie du fond de la cornue la plus expo-

exposée au feu, il étoit demeuré assez adhérent au verre, un enduit rude & grenu d'un beau rouge. Sur cette matiere rouge l'esprit de Vin a pris en deux jours une teinture dorée assez belle. Ayant versé cette liqueur teinte pour remettre de nouvel esprit de Vin, ce second esprit n'a point pris de teinture, & le premier a perdu la sienne en neuf jours, sans qu'il parût aucun précipité au fond du flacon; mais il avoit conservé un goût stiptique.

J'ai mis dans une fiole cylindrique & coupée horizontalement au-dessous du col, une once de Sel aiguillé ou figuré en sédatif dont je viens de parler, & ayant pesé exactement ce vaisseau avec le Sel, je l'ai exposé à l'air, mais à l'abri de la pluye, pendant les trois premiers mois de l'année derniere; & j'ai trouvé à la fin de Mars que ce Sel étoit augmenté de près d'un sixieme de son poids, & d'un douzieme ou environ de son volume.

L'esprit de Vin mis en digestion sur ce Sel aiguillé pendant huit ou dix jours, y prend la même odeur que celui qu'on fait digerer sur l'huile de Vitriol pour la préparation préliminaire qui doit fournir la liqueur éthérée de Frobinus ou de M. Grosse; & comme il se charge d'une portion de l'acide vitriolique, le Sel change de figure, se réduit en une poudre presque impalpable, & s'adoucit de telle sorte qu'il n'a plus qu'une légere astriction.

De tous les faits rassemblés dans ce Mémoire, on ne peut rien conclure encore sur la nature du Zinc; il en faut une plus ample col-

collection pour ſe déterminer. On retrouve ſes fleurs preſque ſans altération dans le réſidu de ſes diſſolutions, & par conſéquent on pourroit peut-être les faire par les diſſolvans comme par la fonte. L'exiſtence du principe ſulphureux n'eſt pas douteuſe dans cette eſpèce de métal, ſa fulmination quand il eſt en fuſion, l'odeur d'hepar que l'huile de Vitriol en dévelope, en ſont des preuves. Mais cette partie ſulphureuſe s'échappe aiſément, & une fois échappée, le métal perd ſa forme pour toujours. Trouver un autre principe ſulphureux à lui ſubſtituer pour reſſuſciter cette chaux, c'eſt ce dont je n'oſe me flatter: cela ne ſeroit pas cependant ſi difficile, ſi, comme M. Homberg le croyoit, le Zinc étoit un mêlange naturel du Fer & de l'Etain. Au reſte, les expériences auxquelles on s'eſt engagé dans le commencement de ce Mémoire ſeront continuées, & il y a lieu d'eſpérer qu'elles fourniront des faits aſſez curieux qui, comparés à d'autres expériences ſur divers Minéraux, pourront ſervir à établir la probabilité des conſéquences qu'on en tirera.

SUR

SUR L'OBSERVATION DE L'EQUINOXE.

Par M. BOUGUER. *

IL me paroît qu'on pourroit joindre aux autres utilités qu'on doit retirer du Voyage ſous l'Equateur projetté par l'Académie, une détermination beaucoup plus exacte que toutes celles qu'on a obtenues juſqu'à préſent de l'inſtant de l'Equinoxe. Hipparque & Ptolémée ont pu ſe tromper d'une partie conſidérable d'un jour dans cette obſervation, tant par l'effet de la réfraction aſtronomique, que par la conſtruction trop compoſée de l'Inſtrument dont ils ſe ſervoient. Il leur falloit non ſeulement orienter leur Armille, ou faire en ſorte que le Cercle qui repréſentoit l'Equateur coupât l'horizon dans les points exacts de l'Orient & de l'Occident; il étoit encore néceſſaire qu'ils inclinaſſent ce Cercle de la même quantité qu'eſt incliné l'Equateur; & il étoit très difficile de réuſſir dans toutes les parties de cette opération. Maintenant on obſerve l'Equinoxe d'une maniere plus immédiate; on ſupprime l'Armille: mais la méthode eſt dans le fond toujours la même. On peut encore ſe tromper de 20 ou même de 30 ſecondes de degré dans la dé-

* 15 Janvier 1735.

déclinaiſon ou dans la diſtance du Soleil à l'Equateur; ce qui entraîne une erreur, ou au moins une incertitude d'un quart d'heure ou même d'une demi-heure dans la détermination de l'Equinoxe, puiſque c'eſt à cette partie du tems que répond vers le 21 de Mars & le 23 de Septembre un changement de 30″ dans la déclinaiſon.

On n'exagere rien, lorſqu'on avance qu'on eſt ſujet à une incertitude de 20″ ou même de 30″ dans la déclinaiſon: car on eſt obligé d'obſerver la hauteur de l'Equateur & celle du Soleil, dans leſquelles on peut ſe tromper aiſément de 10 ou 15″. Lorſqu'il ne s'agit que de meſurer de très petits Arcs, on peut le faire avec un Micrometre, ou avec des inſtrumens qui ont un très grand rayon: mais un arc de 40 ou de 50 degrés ne ſe meſure ni avec la même facilité, ni avec la même exactitude. Sans compter ce qu'on a à craindre des irrégularités de la réfraction, de la parallaxe, de quelques ſecondes d'erreur dans les diametres apparens du Soleil, des fautes particulieres même qu'il faut preſque toujours ſe réſoudre à commettre, on eſt alors encore livré, pour ainſi dire, à toute l'imperfection de l'inſtrument. Il n'eſt donc que trop certain qu'on peut ſe tromper, comme nous l'avons dit, d'une quinzaine de ſecondes, en déterminant la hauteur polaire par deux hauteurs méridiennes de quelque Etoile qui ne ſe couche pas: car toute autre méthode d'obſerver la Latitude, ſuppoſeroit en partie ce qui eſt en queſtion. Mais ſi l'on ſe trompe dans la hauteur du Pole, on ne ſe-

ra

ra pas exempt de se tromper dans celle du Soleil, & il y a lieu de croire que si l'on se sert des mêmes instrumens, les deux erreurs seront dans le même sens, & à peu près égales, parce qu'elles ont à peu près la même origine, & que les deux hauteurs ne sont pas dans ces pays-ci fort différentes: c'est-à-dire, que si la hauteur du Soleil est trop grande, la latitude le sera aussi. Or il suit de-là, que lorsqu'on comparera la hauteur du Soleil avec celle de l'Equateur, pour avoir la déclinaison, on tombera dans une erreur qui sera la somme des deux premieres; puisque la hauteur, qui est le complément de la latitude, sera trop petite, en même tems que la hauteur du Soleil sera trop grande.

Cela ne montre que trop évidemment, que nous aurions besoin d'une méthode plus exacte pour observer le moment de l'Equinoxe: nous croyons être en état de prouver que celle que nous avons à proposer, est préférable de beaucoup à toutes les autres. Elle n'exige nullement qu'on mesure de grands Arcs de Cercle, ou de grandes parties du Ciel. Tout peut se déterminer ou immédiatement avec le Micrometre, ou avec un instrument auquel ou peut donner sans peine deux ou trois cens toises de rayon, & même beaucoup plus; ainsi on peut juger jusqu'à quel degré de précision on portera la détermination dont il s'agit. Il est vrai qu'en France, & que dans les autres pays où la Sphere est fort oblique, cette méthode n'auroit pas le même succès: mais si nous souhaitons qu'on en fasse usage par-tout, nous souhaitons principale-

cipalement qu'on l'employe ſous l'Equateur, où par le concours de pluſieurs circonſtances favorables elle jouït de tout ſon avantage. Si l'on veut ſe ſervir du Micrometre, on n'aura beſoin que d'un inſtrument bien ſimple: il ne faudra rien autre choſe que deux Lunettes de trois ou quatre pieds de longueur, ou, ſi l'on veut, de ſept ou de huit, qu'on joindra enſemble, & qu'on contrepointera exactement: c'eſt-à-dire, qu'il faudra qu'elles ayent leurs axes parfaitement paralleles, mais qu'elles ſoient dirigées à l'oppoſite l'une de l'autre.

Il ne ſera pas difficile de donner cette ſituation à deux Lunettes, pourvu qu'en les attachant l'une à l'autre par des liens de fer ou de cuivre, on laiſſe à l'une des deux quelque mouvement, afin qu'on puiſſe changer un peu ſa direction par le moyen de quelques vis. Je crois qu'il ſeroit pour cela plus expédient que les tuyaux de ces Lunettes fuſſent quarrés. On les mettra, comme on le jugera à propos, l'une à côté de l'autre, ou l'une ſur l'autre; nous les ſuppoſerons ici dans cette derniere ſituation. Il y aura, comme à l'ordinaire, des fils en croix qui ſeront fixes au foyer commun des deux verres; il n'eſt pas néceſſaire qu'il y en ait d'oblique, mais il faudra que le fil mobile du Micrometre dont au moins une des deux Lunettes ſera armée, ſoit vertical. L'inſtrument étant conſtruit de cette ſorte, il faudra, pour le rectifier, le faire porter dans une longue avenue, le placer horizontalement, & viſer à deux objets oppoſés par les deux Lunettes.

Cha-

Chaque objet ſera, ſi on le veut, une longue règle placée verticalement, ou plutôt une corde attachée à une certaine hauteur, & chargée par en bas d'un poids aſſez conſidérable, qu'on pourra encore, par une plus grande précaution, faire entrer dans un vaſe plein d'eau. Enfin il n'y aura qu'à faire en ſorte que chaque règle ou chaque corde ſoit cachée par le fil vertical qui ſera au foyer de chaque Lunette. Après cela on fera faire un demi-tour à l'inſtrument; les Lunettes changeront mutuellement d'objets; & ſi l'une des deux étant exactement dirigée, l'autre répond auſſi préciſément à ſon nouvel objet, ce ſera une marque qu'elles ſont exactement contrepointées. Mais on doit s'attendre que la ſeconde, au-lieu d'être pointée à ſon objet, le ſera le plus ſouvent à quelque autre, éloigné d'un certain nombre de toiſes. On lui donnera alors la ſituation qu'elle doit avoir, en changeant un peu ſa direction par le moyen des vis, & en faiſant en ſorte qu'elle ne ſoit pointée ni à cet objet auquel elle devroit répondre, ni à ce point qui eſt à côté, mais qu'elle ſoit exactement dirigée au milieu. Enfin on répétera l'opération juſqu'à ce que les Lunettes répondent aux objets avec la même préciſion avant & après le demi-tour.

Au-lieu de faire faire le demi-tour à l'inſtrument, on pourroit ſe contenter de le renverſer, en mettant en haut la Lunette qui étoit en bas; & ſi les deux Lunettes ſont parfaitement contrepointées, elles doivent toujours être dirigées aux mêmes objets. Tout ceci a trop de conformité avec la rectifi-

tification ordinaire de plusieurs instrumens connus, pour qu'il soit nécessaire que nous descendions dans un plus grand détail. Nous devons cependant encore faire cette remarque, que comme il est assez difficile de s'assurer si les axes des deux Lunettes sont exactement situés au dessus du genouil qui les porte, & qu'il peut arriver qu'ils soient quelques lignes à droite ou à gauche, il faut que la distance des objets soit assez grande, pour que cette petite quantité puisse être regardée comme nulle.

L'instrument étant supposé construit, il nous reste à en expliquer l'usage, qu'on va trouver tout-à-fait simple. Le jour de l'Equinoxe, lorsque le Soleil se levera ou se couchera, il n'y aura qu'à pointer une des Lunettes sur le bord septentrional ou méridional de son disque, en faisant en sorte que le fil vertical touche ce bord. On fixera l'instrument dans cette situation, & 12 heures après, lorsque le Soleil reviendra à l'horizon du côté opposé, on examinera si l'autre Lunette est exactement pointée à l'autre bord, c'est-à-dire, au méridional, supposé qu'on ait visé au septentrional la premiere fois. On mesurera avec le Micrometre la différence; ce qui sera fort facile, puisque le Soleil par son mouvement avancera parallelement au fil. Il n'y aura plus ensuite qu'à prendre la moitié de cette différence, & on aura la déclinaison qu'avoit le Soleil à midi ou à minuit, c'est-à-dire, la déclinaison moyenne, celle qui convient au milieu des deux observations, & qui sera boréale ou australe,

selon

ſelon que le bord du Soleil ſe trouvera ſitué vers le Septentrion ou vers le Midi par rapport à l'axe de la Lunette. Après cela il n'y aura plus rien à obſerver, car auſſi-tôt qu'on a la déclinaiſon à midi ou à minuit, il eſt facile de déterminer l'inſtant de l'Equinoxe, puiſqu'on ſait, par la théorie du Soleil, combien la déclinaiſon change dans un jour, & combien elle change à proportion dans un certain nombre d'heures. Si l'on ne vouloit pas après tout nous permettre d'avoir recours aux Tables du Soleil, nous n'aurions qu'à répéter la même opération pendant quelques jours de ſuite, nous n'en parviendrions que mieux à une détermination exacte, & nous n'emprunterions abſolument rien des obſervations des autres Aſtronomes. Nous pointerions toujours le matin ou le ſoir une des Lunettes ſur le bord ſeptentrional ou méridional du diſque; nous meſurerions 12 heures après avec le Micrometre combien l'autre bord ſeroit éloigné de l'axe de l'autre Lunette, & la moitié de cette quantité nous donneroit toujours la déclinaiſon moyenne qui appartiendroit au milieu des deux obſervations. Ceci ſe continueroit un certain nombre de jours ; on ne ſeroit obligé de ceſſer, que lorſque le champ de la Lunette n'auroit plus aſſez d'étendue pour comprendre le double de la déclinaiſon.

Pour voir la raiſon de cette pratique, on n'a qu'à faire attention à cette premiere propriété du mouvement journalier des Cieux, qui fait qu'un Aſtre ne ſe leve & ne ſe couche dans des points directement oppoſés que

lorſqu'il eſt ſur l'Equateur, & qu'auſſi-tôt qu'il eſt à quelque diſtance de ce Cercle, il s'en manque toujours le double de ſa déclinaiſon que ſon lever & ſon coucher ne ſoient à l'oppoſite l'un de l'autre. Lorſqu'on pointe la premiere Lunette ſur un Aſtre qui ſe leve à quelque diſtance de l'Orient, l'autre Lunette qui eſt exactement contrepointée, ſe trouve dirigée à la même diſtance de l'Occident, mais du côté oppoſé; ainſi lorſque l'Aſtre vient ſe coucher, il ſe trouve éloigné de l'axe de cette ſeconde Lunette de la ſomme des deux déclinaiſons qu'il avoit à ſon lever & à ſon coucher, & il n'y a donc qu'à en prendre la moitié pour avoir la déclinaiſon moyenne. Ceci deviendra encore plus ſenſible, ſi l'on jette les yeux ſur la Figure premiere, dans laquelle le Cercle * *ALBT* repréſente le Méridien, *AOBE* l'Horizon, *QETO* l'Equateur, & *LSPs* le Parallele du Soleil, & les points *N* & *H* les deux Poles du Monde. Suppoſé que le Soleil ſe leve en *S* à une diſtance de 7 ou 8 minutes de l'Orient vers le Septentrion, & que l'obſervateur qui eſt placé en *C* dirige exactement la premiere Lunette, il eſt évident que la ſeconde, à cauſe de ſa ſituation par rapport à la premiere, ſera dirigée au point *K* qui ſera éloigné de l'Occident vers le Midi de cette même quantité. Or il ſuit de-là que ſi le Soleil venoit ſe coucher en *s* à 7 ou 8 minutes de diſtance de l'Occident vers le Septentrion, il ſe trouveroit éloigné de l'axe de la

* Fig. 1.

la seconde Lunette de la quantité * Ks du double de la déclinaison, c'est-à-dire, de 14 ou 16 minutes. Il est vrai que la déclinaison n'est pas la même pendant toute la journée, & qu'elle souffre sur-tout un grand changement aux environs des Equinoxes. Mais il est facile de s'assurer que cela n'apporte ici aucune différence, car supposé que la déclinaison soit septentrionale, & plus petite le matin qu'à midi de 6 minutes, il arrivera qu'en pointant la premiere Lunette sur le Soleil levant, l'autre qui est tournée vers l'Occident sera dirigée sur un point K, moins avancé vers le Sud de 6′; mais en récompense la déclinaison sera plus grande le soir de la même quantité, le Soleil se couchera 6 minutes plus vers le Nord. Ainsi cet Astre sera encore à la même distance sK de l'axe de la Lunette, & on trouvera toujours par conséquent les 7 ou 8 minutes de déclinaison moyenne, en prenant la moitié des 14 ou des 16 minutes que le Micrometre nous donnera pour la somme des deux diverses déclinaisons que le Soleil avoit le matin & le soir. C'est à peu près aussi par la même raison que nous visons à des bords différens du disque au lever & au coucher. Nous le faisons, afin que le demi-diametre apparent ajoute d'un côté à la déclinaison ce qu'il ôte de l'autre, & que nous soyons dispensés de connoitre ce demi-diametre.

Au surplus, comme c'est plutôt l'amplitude que la déclinaison que nous trouvons par cette méthode, nous supposons toujours ici

* Fig. 1.

que notre obſervateur eſt exactement ſitué ſous l'Equateur, parce que dans la Sphere droite, ou aux environs de la Sphere droite, l'amplitude & la déclinaiſon ſont égales. Si le lieu de l'obſervation avoit beaucoup de latitude, & que le Soleil eût été obſervé lorſqu'il eſt dans l'horizon rationel, outre qu'il ſeroit néceſſaire de faire attention à la parallaxe, il faudroit convertir l'amplitude en déclinaiſon, ou la diſtance oblique * SE à l'Equateur en diſtance perpendiculaire. Il faudroit pour cela renverſer la proportion dont on ſe ſert ordinairement pour calculer l'amplitude. On diroit, le ſinus total, eſt au ſinus de la quantité SE donnée par l'obſervation, comme le ſinus complément de la latitude, eſt au ſinus de la déclinaiſon requiſe.

Peut-être auſſi vaudra-t-il toujours mieux obſerver le Soleil lorſqu'il eſt en D & en d dans le cercle horaire de 6 heures, que lorſqu'il eſt dans l'horizon. On ſaura que cet Aſtre eſt dans le cercle horaire de 6 heures par le moyen d'une Pendule bien réglée, & on n'aura alors abſolument rien à craindre des irrégularités de la réfraction, puiſqu'on n'aura aucun égard à la hauteur apparente de l'Aſtre. Il faudra que les 12 heures d'intervalle qu'il doit y avoir entre les deux obſervations ſoient meſurées dans la derniere exactitude, ſans qu'il importe beaucoup que l'Horloge ſoit miſe ſcrupuleuſement ſur l'heure. C'eſt ce que nous ne diſons pas pour autoriſer à rien négliger, car nous ſommes perſuadés qu'on ne ſauroit apporter trop d'attention

* Fig. 1.

tention dans ces sortes de recherches: nous voulons seulement qu'on redouble encore ses soins dans les parties de l'opération qui contribuent le plus au succès. Il n'importe que la Pendule soit mise très exactement sur l'heure, pourvu qu'elle mesure d'ailleurs avec précision les parties du tems vrai, parce que si l'on observe un peu le Soleil au-dessous du point * D, on l'observera de l'autre côté, 12 heures après, un peu au-dessus du point correspondant d, & cela fera une espece de compensation. Enfin en prenant la moitié de la quantité trouvée par le Micrometre, on n'aura ni la déclinaison, ni l'amplitude, mais le petit arc ER de l'horizon qui répond à la déclinaison moyenne mesurée en ED sur le Cercle horaire de 6 heures. Il faudra donc encore résoudre le petit triangle EDR, qu'on peut considérer comme sphérique ou comme rectiligne, à cause de sa petitesse. On fera cette analogie; le sinus total, est au petit arc ER, comme la sécante de la latitude, est à la déclinaison qu'on vouloit découvrir.

On peut, comme on le voit, déterminer de cette sorte l'instant de l'Equinoxe dans tous les pays: mais nous ne pouvons pas nous empêcher de le répéter, & même nous allons le prouver, que c'est sous l'Equateur, que la méthode doit principalement réussir. Dans ces climats-ci tout le succès dépend de l'exactitude avec laquelle est mesuré l'intervalle qu'on doit mettre entre les deux observations. Mais en cela même on peut tomber dan une erreur de plus d'une seconde; & on

* Fig. 1.

en pourroit commettre une plus grande, ſans qu'il eſt beaucoup plus facile de régler une Horloge ſur le mouvement vrai que de la mettre exactement ſur l'heure. On n'a en effet beſoin que d'une Méridienne groſſierement tracée, pour pouvoir examiner l'état d'une Pendule par rapport aux révolutions du Soleil, ou à la durée des 24 heures vrayes; au-lieu qu'il faut de très grandes précautions pour l'ajuſter ſur l'heure même, ou pour ſavoir combien elle en eſt éloignée. Mais ſi, après avoir d'abord obſervé le Soleil en * *d*, on fait, trompé par la Pendule, l'autre obſervation une ſeconde trop tôt ou trop tard, le Soleil ſera éloigné du point *D* du quart d'une minute de degré. Il ſera par exemple en *I*, & il répondra au point *R* de l'horizon, & au point *V* du cercle horaire de 6 heures: il ſera cenſé ou ſuppoſé dans ce dernier point, puiſqu'on croit l'obſerver dans le cercle horaire. Ainſi on ſe trompera de la petite quantité *VD* ſur la diſtance *DE* à l'Equateur, & il reſte donc à ſavoir de combien eſt cette petite quantité.

Il eſt évident, par la conſidération du petit triangle *IDV*, qu'on peut regarder ici comme rectiligne, que *VD* eſt d'autant plus grande par rapport à *ID*, qui eſt d'un quart de minute, que la tangente de la latitude du lieu de l'obſervation eſt grande par rapport au ſinus total. Si l'on étoit donc par 45 degrés de latitude, l'erreur *VD* ſeroit d'un quart de minute ou de 15 ſecondes; ici à Paris elle doit être un peu plus grande, elle doit être d'en-

* Fig. 1.

d'environ 17 ou 18 ſecondes: cependant comme cette petite quantité ſe diſtribue entre les deux obſervations, & qu'elle eſt une erreur, non pas ſur la déclinaiſon, mais ſur le double de la déclinaiſon, ou ſur la ſomme de * *O d* & de *E d*, il réſulte qu'on ne peut ſe tromper que de 8 ou 9 ſecondes de degré dans la déclinaiſon, & que l'erreur n'ira gueres qu'à un demi-quart d'heure dans la détermination de l'Equinoxe. Mais tranſportons-nous vers l'Equateur, & ſuppoſons que l'erreur ſoit toujours la même du côté de la Pendule, qu'elle ſoit d'une ſeconde, & que le Soleil, au-lieu d'être obſervé lorſqu'il eſt en *D*, ſoit obſervé lorſqu'il eſt en *I*, à un quart de minute de degré du point *D*. La Sphere devenant moins oblique, *V D* diminuera très ſubitement: cette petite quantité ſera déja réduite à la moitié, lorſqu'on ſera arrivé au Tropique; ainſi on déterminera l'Equinoxe à un quart de quart d'heure près. En allant plus loin, par 10 ou 12 degrés de latitude, l'erreur ſera encore deux fois plus petite. Enfin ſi l'on parvient à l'Equateur même, ou ſeulement à 1 ou 2 degrés de diſtance de ce cercle, les deux points *V* & *D* ſe confondront, & *V D* deviendra nulle ou inſenſible. Il n'importera plus alors qu'on faſſe les deux obſervations, je ne dis pas quelques ſecondes trop tôt ou trop tard, mais même quelques minutes, parce que la Sphere étant droite, tous les points, comme *I*, où l'on pourra obſerver le Soleil vers ſon lever ou ſon coucher, ſeront dans le même ver-

* Fig. 1.

vertical ou répondront exactement au même point *S* de l'horizon, de sorte que cet Astre ne changera point de situation par rapport au fil du Micrometre. Il n'y aura outre cela plus rien à craindre de cette légere incertitude qui se trouve dans la parallaxe, parce que son effet sera entierement détruit.

Nos Lunettes contrepointées auront encore un usage qui paroîtra peut-être assez considérable. Elles serviront, après qu'on se sera assuré par plusieurs observations qu'on est sur l'Equateur terrestre, à tracer une portion de ce cercle, & à la prolonger actuellement de part & d'autre avec une précision qu'il n'est pas, je crois, possible d'atteindre par une autre voye. Elles contribueront même beaucoup à nous assurer si nous sommes effectivement sur l'Equateur; car puisqu'elles nous donneront d'une maniere immédiate, au tems des Equinoxes, la déclinaison du Soleil pour midi, nous n'aurons qu'à examiner, avec un instrument d'un très grand rayon, si la distance de cet Astre au Zénith est parfaitement égale à sa déclinaison observée, & ce sera une marque que nous n'aurons point de latitude. Lorsqu'il s'agira ensuite de tracer l'Equateur, ou de tracer un Méridien, il est certain qu'il n'y aura point de méthode qui n'ait ses difficultés. Entre ces méthodes, une des plus exactes est celle qui employe une Pendule bien réglée: mais comme il ne suffit pas d'avoir une Horloge qui marque exactement la durée des révolutions solaires, mais qu'il faut en avoir une qui marque l'heure même dans la derniere précision, on peut crain-

craindre une erreur qui peut en produire une très grande dans la situation de la Méridienne & de la ligne Est & Ouest. En effet 2 secondes dans l'heure donnent une demi-minute de degré dans la situation du Soleil, c'est-à-dire, que le Soleil sera supposé en * Q au Méridien, lorsqu'il sera en q sur le cercle horaire $q\,N$ qui fait un angle $Q\,N\,q$ d'une demi-minute avec le Méridien $Q\,N$ du lieu. Mais la ligne méridienne qu'on tracera sur le terrein, sera la projection de l'Azimuth $Z\,q$, ou sera dans le plan de cet Azimuth, au-lieu d'être dans le plan du Méridien $Q\,Z$, & on se trompera par conséquent dans la situation de cette ligne de l'angle $Q\,Z\,q$. Ce dernier angle est d'autant plus grand, par rapport à l'angle $Q\,N\,q$ qui est d'une demi-minute, que le sinus de $q\,N$, complément de la déclinaison du Soleil, est plus grand que le sinus de $q\,Z$, complément de la hauteur de cet Astre. Ainsi il est certain que dans la Zone torride, 2 secondes d'erreur sur l'heure, ou une seule demi-minute de degré sur la situation du cercle horaire $H\,q\,N$, peut produire une erreur de plusieurs minutes dans la direction de la ligne méridienne, ou dans celle de la ligne équinoxiale qui lui est perpendiculaire. Si le Soleil étoit encore plus proche du Zénith, qu'il fût, par exemple, sur le parallele $M\,m$, l'erreur tireroit encore plus à conséquence, elle seroit égale à l'angle $M\,Z\,m$, & pourroit aller à quelques degrés. Il est vrai que rien de pareil ne pourra arriver, aussi tôt qu'on choisira les circonstances les plus favorables

* Fig. 1.

pour faire l'opération : mais il y aura cependant toujours plus d'une minute d'erreur à craindre dans la Sphere droite, & l'on ne fera jamais bien sûr, en traçant la ligne Est & Oueſt, de ne pas s'éloigner de ſa vraye direction de pluſieurs pieds ſur une longueur ſeulement de cinq à ſix cens toiſes.

Nos Lunettes nous fourniſſent un moyen incomparablement plus exact. Nous ſuppoſons qu'après avoir obſervé l'Equinoxe, on n'ait changé en rien la ſituation de l'inſtrument : le fil mobile du Micrometre eſt encore éloigné du fil fixe du double de la déclinaiſon qu'avoit le Soleil à midi ou à minuit. Sachant cette déclinaiſon, on ſait celle que le Soleil avoit ſix heures après, & on ſait outre cela combien le bord de ſon diſque, auquel le fil du Micrometre touchoit, avoit plus ou moins de déclinaiſon que le centre. Dans l'exemple que nous avons ſuppoſé ci-devant, nous avons trouvé 7 ou 8 minutes de déclinaiſon pour midi ; nous n'avons qu'à y ajouter encore ou ſouſtraire le demi-diametre apparent du Soleil, & nous aurons la déclinaiſon qu'avoit le bord que nous avons obſervé. Ainſi il ne reſtera plus qu'à faire reculer de cette derniere quantité le fil mobile du Micrometre vers le fil fixe ; il ſe trouvera enſuite ſur l'Equateur, & indiquera dans l'horizon à l'obſervateur qui appliquera l'œil à la Lunette, le point exact de l'Orient ou de l'Occident. On aura de cette ſorte une petite portion de l'Equateur, & on la prolongera encore fort aiſément, ſi on le veut. Il n'y aura qu'à faire tranſporter l'inſtrument

à ce

à ce point qui s'eſt trouvé répondre exactement à l'Orient ou à l'Occident; de ce point on pointera une des Lunettes ſur l'endroit où l'on étoit d'abord, & viſant après cela par l'axe de la ſeconde Lunette, on trouvera dans l'horizon un troiſieme point qui ſera parfaitement en ligne droite avec les deux premiers, & il n'y aura qu'à continuer toujours de la même maniere.

Toutes ces pratiques peuvent s'exécuter auſſi ſans Lunette, principalement l'obſervation de l'Equinoxe à laquelle nous revenons. Nous allons même rendre la méthode encore beaucoup plus immédiate, en réſervant pour l'obſervation toutes les opérations préparatoires dans leſquelles nous ne nous propoſions que la rectification de l'inſtrument. Il n'y aura qu'à choiſir un endroit uni, une plaine longue de deux ou trois cens toiſes, dont on puiſſe découvrir le lever & le coucher du Soleil. On élevera à l'extrémité de cet eſpace deux longues règles ou perches PC & * DE (*Fig.* 2.) de 18 ou 20 pieds de hauteur qu'on mettra verticalement, & le plus exactement qu'on pourra ſur une ligne méridienne DP, en les plaçant à une diſtance l'une de l'autre qui ſoit telle qu'elles puiſſent comprendre toute la largeur du Soleil pour un obſervateur ſitué en A à l'autre extrémité. Cet intervalle ſera d'environ 17 pieds, lorſque la diſtance AB ſera de 300 toiſes. Au lieu des deux règles PC & DE, on pourra auſſi, ſi on le veut, ſe ſervir de deux groſſes

* Fig. 2.

ſes cordes qu'on chargera par en-bas d'un aſſez grand poids pour les rendre conſtamment verticales. Les choſes étant ainſi diſpoſées, l'obſervateur placé en A*, lorſque le Soleil ſe levera ou ſe couchera, viſera à cet Aſtre par un très petit trou H fait dans une plaque de cuivre qui ſera un peu courbée, & qui tournera ſa convexité vers l'œil. Cette plaque pourra être renfermée dans un chaſſis, mais je crois qu'il faudra toujours qu'elle ſoit engagée dans une couliſſe, afin qu'on puiſſe, en la faiſant gliſſer, la porter vers la droite ou vers la gauche, juſqu'à ce qu'on voye le diſque du Soleil exactement compris entre les deux termes verticaux PC & DE. Il n'importe que l'intervalle DP ſoit un peu trop grand, pourvu qu'il ne le ſoit gueres trop: on jugera d'autant plus aiſément, à la vue ſimple, de l'égalité des deux petites diſtances qui ſont aux deux côtés du Soleil, que le peu de largeur apparente qu'a cet Aſtre, permet toujours de voir ſes deux bords oppoſés d'un ſeul coup d'œil. Enfin on arrêtera la pinnule A: il eſt clair que ce ſera préciſément la même choſe que ſi l'on avoit viſé au centre du Soleil par le point K qui eſt au milieu des deux termes.

On voit aſſez que nous n'obſervons ainſi les deux bords du diſque en même tems, que pour nous diſpenſer d'entrer dans aucune diſcuſſion des diametres apparens, & que pour éluder l'effet de pluſieurs autres cauſes d'erreur. Il n'importe ici que le Soleil paroiſſe ſous une forme très elliptique, que ſes bords ſoient

* Fig. 2.

ſoient ondoyans, que ſon image ſoit trop augmentée dans le fond de nos yeux: tous ces accidens ne nous intéreſſent pas, parce que les deux bords du diſque y ſont également ſujets. C'eſt en ſuivant auſſi les mêmes vues que nous avons tâché de rectifier l'uſage du Quartier Anglois & de quelques autres inſtrumens dont on ſe ſert en Mer pour prendre hauteur. Nous avons montré dans le petit Traité que nous publiâmes en 1729, qu'il ne faut jamais ſe contenter, comme on l'a fait juſqu'à préſent, d'avoir égard à l'ombre ſeule du haut ou du bas des pinnules, malgré la correction qu'on ſe propoſe de faire enſuite pour le demi-diametre apparent du Soleil; mais qu'il faut toujours, pour une parfaite ſureté, conſidérer l'ombre entiere de tout le corps de la pinnule. Or c'eſt ici la même choſe: on ne doit regarder les deux termes * *PC* & *DE* que comme une grande pinnule, quoiqu'ils ſoient éloignés l'un de l'autre de 17 pieds; & nous avons encore cet avantage qu'au-lieu de nous ſervir de l'ombre de notre pinnule, nous viſons à l'Aſtre même. Pour peu qu'il ſoit plus proche d'un terme que de l'autre, la diſtance augmentera autant d'un côté qu'elle diminuera de l'autre; la différence ſe trouvera deux fois plus grande, & ſe manifeſtera par conſéquent deux fois mieux. Il faut remarquer outre cela que comme le Soleil paroitra monter ou deſcendre avec lenteur entre les deux termes, on aura tout le tems de vérifier l'obſervation, & de la faire même vérifier à pluſieurs perſonnes.

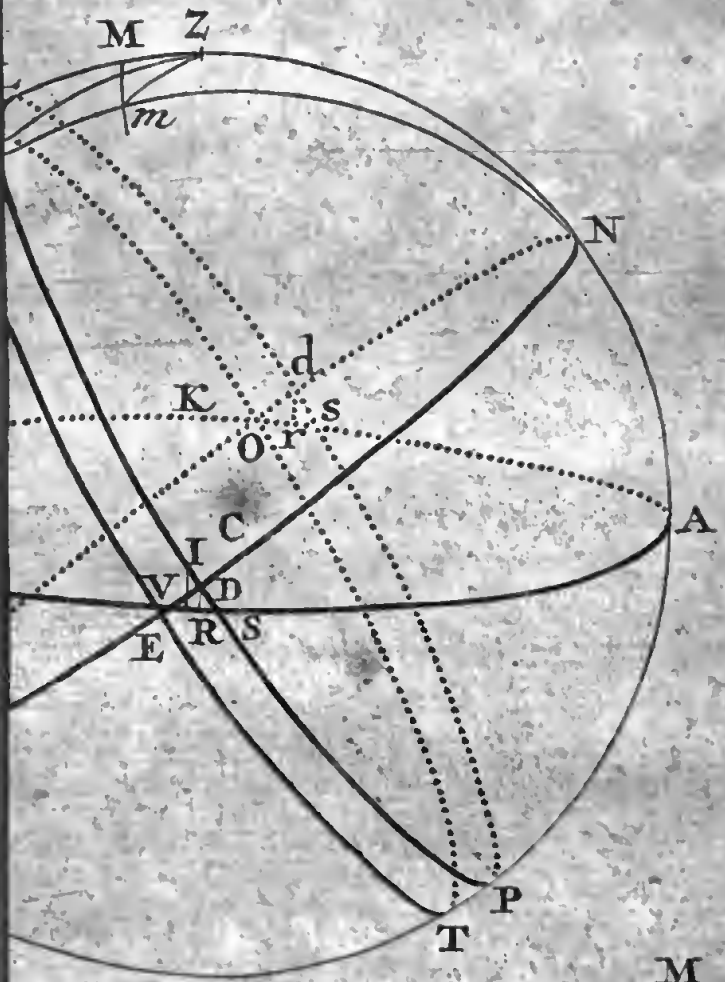
* Fig. 2.

Mais enfin, ce n'eſt encore là que la premiere partie de l'obſervation ; il faudra, pour ſe préparer à faire la ſeconde, placer de part & d'autre de la pinnule *H* * ſur la Méridienne *NL* les deux autres termes verticaux *LM* & *NO*, qu'on mettra auſſi, ſi on le veut, à 17 pieds de diſtance l'un de l'autre. On ſera principalement attentif à les placer à deux diſtances égales de la pinnule *H*. Enfin les 12 heures étant écoulées, le Soleil reviendra à l'horizon, on ſe tranſportera en *B*, on viſera par la pinnule *I*, qui ſera conſtruite comme la premiere, & on la fera gliſſer vers la droite ou vers la gauche, juſqu'à ce qu'on voye le Soleil exactement placé entre les deux derniers termes *LM* & *NO*. Si la pinnule *I* ſe trouve au point *K* qui eſt préciſément au milieu de *PC* & de *DE*, ce ſera une marque que les points du lever & du coucher du Soleil ſont diamétralement oppoſés ; ce qui ne peut avoir lieu que lorſque l'Equinoxe arrive préciſément à midi ou à minuit, ou que lorſque le Soleil eſt autant du côté du Nord dans une obſervation, qu'il eſt du côté du Sud dans l'autre. Mais ſi la pinnule ſe trouve à quelque diſtance du point *K*, il faudra, en réſolvant le triangle *HKI*, chercher l'angle *H* qui eſt ſoutenu par *KI*. Cet angle *KHI* ſera, comme il eſt évident, la quantité dont il s'en manque que le lever & le coucher ne ſe faſſent préciſément à l'oppoſite l'un de l'autre. Cet angle ſera égal à la ſomme des deux différentes déclinaiſons que le Soleil avoit le matin

&

* Fig. 2.

Fig. 1.


M
Z
m
N
d
K
s
O
r
C
A
I
V
D
E
R
S
P
T

O
M
H
N
A
I
BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III

Fig. 2.

& le ſoir, & il n'y aura donc plus qu'à en prendre la moitié pour avoir la déclinaiſon à midi ou à minuit, ou au moins pour avoir l'argument de cette déclinaiſon, ſuppoſé que l'obſervateur n'ait pas exactement la Sphere droite.

Il ne nous reſte plus qu'à faire remarquer que comme la quantité * KI, dont la pinnule I ſera éloignée du milieu K des deux termes PC & DE, ne ſera jamais que de quelques pieds, il ſera toujours très facile de la meſurer exactement; il faudroit s'y tromper de plus d'une ligne, lorſque le rayon HK eſt de 300 toiſes, pour commettre une erreur d'une ſeule ſeconde dans l'angle KHI, & il n'en réſulteroit encore qu'une d'une demi-ſeconde dans la déclinaiſon, puiſque l'angle KHI en eſt le double.

A l'égard de la longueur HK que nous ſuppoſons de 300 toiſes, il ſera plus difficile de la meſurer, mais auſſi il n'eſt pas néceſſaire qu'elle ſoit connue avec tant de préciſion. Il faudroit avoir abſolument réſolu de ſe tromper, pour pouvoir ſe méprendre de 10 ou 11 pieds ſur cette diſtance: cependant cette grande erreur n'en produiroit qu'une d'une ſeule ſeconde dans la déclinaiſon, & n'en produiroit encore ſouvent qu'une beaucoup plus petite. Tout cela nous perſuade qu'on peut, par cette méthode, déterminer la déclinaiſon à un quart ou un tiers de ſeconde près, & obtenir par conſéquent l'inſtant de l'Equinoxe avec quatre-vingts ou cent fois plus d'exactitude que par les autres moyens.

DE

* Fig. 2.

DE LA MANIERE DONT LES ENFANS TETENT.

Par M. PETIT. *

LE Mémoire lu dans l'Assemblée par M. Maloet, concernant un Enfant qui, né sans palais, est mort, parce qu'il n'a pu teter, m'a donné occasion de rappeller quelques réflexions que j'avois faites sur cette fonction: je les hazarde aujourd'hui d'autant plus volontiers qu'elles peuvent servir de suite aux Mémoires que j'ai déja donnés sur les fonctions de la Bouche.

Le lait sort des mamelles par la succion & la compression que font les parties de la bouche de l'enfant sur le mamelon de sa nourrice; cette action se nomme *teter.*

Quand une nourrice présente la mamelle à son enfant, elle a soin de lui élever la tête avec une de ses mains, pendant qu'avec l'autre elle lui porte le mamelon à la bouche, en pressant doucement la mamelle, & disposant ainsi le lait à passer par les ouvertures qui sont à l'extrémité du mamelon; c'est ce qui détermine l'action des levres, de la langue, & des mâchoires de l'enfant.

Les levres en s'avançant, comme quand on fait la moue, forment une ouverture ronde-

* 5 Mars 1735.

ronde, & une eſpece de canal charnu garni de fibres circulaires & de fibres longitudinales. Les premieres ſont celles du muſcle orbiculaire; les longitudinales ſont fournies par les muſcles inciſifs, canins, zygomatiques, buccinateurs, triangulaires & quarrés.

Ce canal embraſſe tout le mamelon, & peut le comprimer différemment par l'action combinée de ſes fibres longitudinales & circulaires. Il peut agir par une compreſſion totale, égale & uniforme, ou par une compreſſion ſucceſſive, telle que quand les levres commencent à comprimer le bout du mamelon, elles achevent d'agir ſur ſon milieu, & ne ceſſent point d'agir ſur ſon bout, qu'elles ne recommencent à le comprimer à ſa racine. Les levres font dans cette derniere eſpece de compreſſion ce que font les mains de celles qui traient les vaches; l'une de leurs mains gliſſant le long du pis, ne l'abandonne à ſon bout, que quand l'autre l'a repris à ſa racine, pour gliſſer à ſon tour, & agir ainſi alternativement avec la premiere.

Le mamelon des nourrices eſt plus large à ſa baſe qu'à ſa pointe, c'eſt ce qui le diſpoſe toujours à gliſſer hors de la bouche; c'eſt auſſi ce qui fait que les vaiſſeaux laiteux ne peuvent être comprimés au point que le cours du lait n'ſoit intercepté; c'eſt enfin par cette même diſpoſition que l'enfant, pour retenir le mamelon gliſſant, eſt excité aux mouvémens les plus propres à faire couler le lait.

En effet, malgré l'attention qu'ont les Nourrices de tenir la tête de leurs enfans proche de la mamelle, le mamelon s'échappe,

pe, ſi les enfans ne le retiennent dans la bouche: inſtruits par la Nature, ils ſavent ſe ſervir utilement de leurs levres, pour le retenir & le retirer par une eſpece de mouvement ondoyant ou vermiculaire.

Au moyen des fibres circulaires internes du canal charnu fait par l'allongement des levres, l'enfant arrête le mamelon; enſuite il avance les fibres externes pour le ſaiſir plus près de la mamelle, & alors les fibres circulaires internes ceſſant d'agir ſur le bout du mamelon, rien n'empêche que les fibres longitudinales ne le faſſent entrer plus avant dans la bouche, en retirant à elles le bord externe du canal qui le tient ſerré. Si ces premiers mouvemens ne ſuffiſent pas pour faire entrer le mamelon, l'enfant les répéte juſqu'à ce que le mamelon ſoit ſuffiſamment entré; & il ne peut répéter ces mouvemens, ſans obliger le lait à ſortir du mamelon. On obſerve même que pour tirer le mamelon plus promptement & plus avant dans la bouche, l'enfant, au-lieu de le retenir, comme on a dit, avec les fibres internes, le retient avec les mâchoires, pendant qu'il élance les levres en dehors, auſſi près de la mamelle qu'il eſt poſſible; puis il ouvre les mâchoires pour lâcher le mamelon, afin que les levres, en ſe retirant, le faſſent entrer plus avant dans la bouche.

La langue ſert auſſi aux enfans à retirer le mamelon par une eſpece de ſuccion; mais pour cela il faut que les mâchoires ſoient ouvertes, & que les levres ne ſoient appliquées que mollement au mamelon, ſans quoi la langue, en ſe retirant, ne pourroit aiſément

ment l'attirer à elle pour le faire rentrer dans la bouche.

Quand la langue a fait entrer ſuffiſamment le mamelon, elle ceſſe de le tirer, ſe place deſſous, & s'y moulant en forme de goutiere, non ſeulement elle s'y applique & le retient ſous la puiſſance des levres, mais elle agit de concert avec elles par un mouvement vermiculaire, qu'elle exécute ſans ceſſer entierement d'être appliquée au mamelon, puiſque ſa ſurface s'y joint toujours par quelques points, les uns ne s'en ſéparant que lorſque d'autres s'y ſont appliqués. Quelquefois la langue ainſi appliquée au mamelon, pour le comprimer plus exactement, le tire juſques ſous les mâchoires, dont l'action eſt plus forte, mais qui n'étant garnies que de la chair des gencives, le preſſent ſans le bleſſer: par cette preſſion plus vive, le lait coule dans la bouche en plus grande abondance. Enfin la langue toujours appliquée au mamelon, le tire quelquefois plus avant dans la bouche & le preſſe contre le palais; c'eſt-là que par ſon mouvement vermiculaire ou ondoyant, allant & venant ſucceſſivement de la baſe à la pointe, elle agit ſur tout le mamelon, & qu'elle en exprime le lait avec plus de facilité.

Juſqu'ici les levres, les mâchoires & la langue n'ont fait ſortir du lait des mamelles que par la ſeule compreſſion; & ſi nous avons parlé de la ſuccion, ce n'a été qu'entant qu'elle ſert à tirer le mamelon dans la bouche, pour le ſoumettre à la preſſion des levres, de la langue & des gencives. Mais ce n'eſt pas l'unique effet que nous puiſſions attri-

attribuer à la ſuccion; elle ſuffit évidemment par elle-même, pour faire ſortir le lait des mamelles, pourvu que les levres non ſeulement entourent, mais encore ſerrent aſſez exactement le mamelon, pour l'empêcher de ſuivre la langue, lorſqu'elle viendra à être tirée vers le goſier: alors le lait ſortira du mamelon, & occupera dans la bouche l'eſpace qu'aura quitté la langue. La bouche dans ce cas fait l'office d'une vraye pompe, ainſi que je l'ai démontré dans les deux premieres parties du Traité des fonctions de la Bouche.

Si, pour que le lait ou tout autre liquide entre dans la bouche, il ſuffit que le mamelon ou le vaiſſeau contenant le liquide, ſoit exactement entouré par les levres, & qu'enſuite la langue ſe retire, ou que la mâchoire inférieure s'éloigne de la ſupérieure; ſi cela ſuffit, dis-je, il eſt clair que la reſpiration n'eſt point toujours néceſſaire pour l'introduction du liquide dans la bouche. L'expérience même le prouve d'une façon ſenſible, puiſqu'on peut ainſi remplir ſa bouche de liquide ſans reſpirer, & que, qui plus eſt, on peut expirer dans le tems même que la bouche ſe remplit de boiſſon. Si l'on met l'un des bouts d'un ſiphon dans de l'eau & l'autre dans la bouche, ſi l'on tient en repos la mâchoire & la langue, & qu'on inſpire naturellement ſans effort, on ne fera point monter l'eau du ſiphon juſques dans la bouche. Il eſt vrai que ſi on bouche les narines, en faiſant quelque mouvement pour reſpirer par le nez, l'eau du ſiphon entrera abondamment dans la bouche: il eſt vrai auſſi que quoi-

quoique le nez ne ſoit point bouché, ſi l'on fait un peu plus d'effort que l'on ne fait pour reſpirer naturellement, l'eau montera plus haut dans le ſiphon; & que ſi l'on fait le plus grand effort poſſible, l'eau entrera dans la bouche, & y entrera d'autant plus que l'air, par la violence avec laquelle il ſe préſentera aux narines, approchera les ailes du nez l'une de l'autre, & ſe bouchera lui-même une partie de ſon paſſage; mais comme en buvant naturellement, on ne fait point d'épreuves ſemblables à celles dont je viens de faire mention, on peut dire que la poitrine n'a point de part aux différentes façons de boire, ſi ce n'eſt dans l'eſpece particuliere que l'on nomme le *humer*, & dont j'ai parlé dans mes premiers Mémoires.

Quoique les différens mouvemens que nous venons de parcourir, ſoit des levres, ſoit des mâchoires, ſoit de la langue, puiſſent chacun ſéparément exprimer le lait du mamelon, ils ne peuvent pas toujours le faire couler avec une certaine aiſance; par exemple, le ſeul mouvement des levres ne ſeroit peut-être pas ſuffiſant pour ſatisfaire un enfant avide ou affamé, non plus que la ſuccion ſimple, c'eſt-à-dire, celle qui, ſans la compreſſion alternative des levres, peut tirer le lait des mamelles. Ce n'eſt que par le concours & la combinaiſon de tous les mouvemens, dont nous avons fait l'énumération, que l'enfant peut teter abondamment, & avec le moins de travail poſſible.

De toutes les façons de teter qui réſultent de cette combinaiſon de mouvemens, la plus na-

naturelle ou la plus commode pour l'enfant, c'eſt celle qui s'exécute par la ſucceſſion alternative & prompte de la compreſſion que tout le canal, formé par l'avance des levres, fait ſur le mamelon, & de l'attraction de ce mamelon par la ſuccion, mais par une ſuccion telle que le bout de la langue ne ſoit pas appliqué à l'extrémité du mamelon. La ſuccion alors a le double avantage de tirer le lait par elle-même, en même tems qu'elle ſoumet le mamelon à la compreſſion des levres & des gencives.

Il eſt encore une autre façon de teter, qu'on peut regarder comme une eſpece de repos & de délaſſement que l'enfant prend en tetant. Ce cas arrive, lorſque les premiers ſucemens ont procuré une telle dérivation de lait, que le mamelon le fournit preſque de lui-même par le regorgement des vaiſſeaux laiteux. Alors une légere preſſion des levres & des mâchoires eſt tout au plus néceſſaire, & la langue ne fait que s'avancer pour recevoir ou ramaſſer le lait, & ſe retirer en arriere pour le pouſſer dans le goſier.

Excepté dans ce dernier cas, la bouche dans l'action de teter fait le double office de pompe aſpirante & foulante. Le bout antérieur de la langue, en ſe retirant, fait le piſton de la premiere pompe, & attire le lait contenu dans le mamelon; enſuite la partie poſtérieure de la langue, en preſſant le lait contre le fond du palais, la cloiſon du goſier, & le goſier même, & en ſe retirant ſur l'embouchure de l'œſophage, fait le piſton de la pompe foulante. Cette double action de la an-

langue s'exécute preſque dans le même inſtant, ſa racine n'ayant point achevé ſon coup de piſton foulant, pour avaler, que déja ſon bout a commencé celui de piſton aſpirant, pour ſucer.

Par tout ce qui a été dit juſqu'ici, il eſt clair qu'un enfant né ſans palais, non ſeulement peut exprimer le lait du mamelon par la ſimple compreſſion des levres, ainſi qu'on l'a expliqué; mais encore que ſa bouche peut faire la fonction d'une pompe aſpirante. Cette pompe, à la vérité, ſera plus courte que dans l'état naturel, puiſqu'elle n'aura que la longueur du canal charnu formé par l'avance des levres, mais ſon jeu ſera toujours le même. Ainſi l'enfant qui manque entierement de palais, ne mourra point faute de pouvoir exprimer ou ſucer le lait du mamelon; mais ſi la bouche n'eſt point capable de faire l'office de la pompe foulante, il doit néceſſairement périr faute de pouvoir avaler.

Il n'en eſt pas de même lorſque les narines ne ſont ouvertes dans la bouche que par le ſeul écartement des os qui forment la voûte du palais: en effet j'ai vu pluſieurs enfans avec écartement, même conſidérable, des os du palais, & avec ſéparation de la cloiſon charnue ou valvule du goſier, ſans que cette mauvaiſe conformation les ait entierement empêché d'avaler. Dans ce cas la langue, en s'appliquant au palais, en bouche la fente, & agit enſuite ſur chacune des portions du palais, comme elle feroit ſur le palais entier. Quand la cloiſon charnue ſe trouve auſſi ſéparée en deux, il eſt bien vrai qu'une portion

tion plus ou moins considérable du lait passe par le nez; mais cela n'empêche pas que la racine de la langue, sur-tout lorsqu'elle se retire précipitamment, ne fasse entrer une partie du lait dans le canal de l'œsophage.

On sent que dans ces différens vices de conformation, l'enfant est obligé, pour teter, de faire des mouvemens extraordinaires auxquels il ne peut pas toujours s'habituer, ce qui le met en danger de périr. J'ai vu plus d'une fois, dans de semblables cas, réchapper des enfans en leur donnant le pis d'une Chevre. Pour le rendre propre à cette fonction, on le vuide à demi avant que de le présenter à l'enfant: la grosseur, la longueur & la flaccité ou la molleſſe de ce pis, font qu'il supplée au vice des organes, en remplissant le vuide du palais & des narines. Le pis s'ajuste si bien à toutes ces parties, & les ouvertures en sont même si exactement bouchées, qu'à chaque instant on est obligé de retirer le pis, pour laisser respirer l'enfant.

SUITE DE L'EXAMEN DU KERMES MINERAL.

Par M. GEOFFROY.

JE donnai en 1734, un Mémoire divisé en deux parties, la premiere sur le Tartre émétique, l'autre sur le Kermès minéral. Cette seconde partie ne contenant pas

pas un examen ſuffiſant de cette préparation de l'Antimoine, il m'a paru néceſſaire d'y joindre le ſupplément qui ſuit.

J'y examine d'abord le Kermès fait par ébullition, enſuite le Kermès fait par la fonte, l'un & l'autre à l'aide des Sels alkalis; après quoi j'eſpere de faire voir que l'Antimoine traité par les acides fournit une préparation peu différente, quant à ſes effets, des préparations qu'on obtient par les Alkalis.

L'Antimoine, quoique déja analyſé par une main habile, peut fournir encore des faits qui, bien obſervés, ne feront que confirmer ce que feu M. Lémery en a déja publié, & l'examen chimique de ce Minéral en ſera plus complet.

Kermès par ébullition.

L'expérience qui ſuit, exigeoit une patience bien obſtinée, puiſque c'eſt une opération répétée ſoixante-dix-huit fois ſur le même Antimoine, & avec la même leſſive de Sel alkali. A la vérité, il n'y a rien de brillant dans une telle opération: mais on eſt ſuffiſamment récompenſé quand on a vérifié un fait qui pouvoit être douteux, c'eſt-à-dire, quand on peut prouver qu'avec encore plus de patience que je n'en ai eu, il eſt poſſible de réduire tout l'Antimoine en Kermès, à quelques réſidences près, qui ſeront examinées ſéparément.

Je fais voir en même tems que le Kermès n'eſt autre choſe qu'un magiſtere ou précipité

de la partie réguline de l'Antimoine diviſée en particules extrêmement fines, toutes enduites d'une couche d'*hepar ſulphuris*, & par conſéquent d'une eſpece de Vernis compoſé de Sel alkali nitreux & du Soufre groſſier ou brulant du minéral; que ce Sel alkali peut ſe détacher du Kermès, & qu'on peut le rendre ſenſible, en le faiſant ſervir de baſe pour régénérer le Nitre, le Sel marin, & pour former un Tartre vitriolé: qu'on ſépare auſſi du Kermès une Terre blanche, difficile à connoître, & qui appartient ou au Sel alkali, ou à l'Antimoine, ou à l'Eau employée aux ébullitions, ou peut-être à tous les trois.

Pour faire ce magiſtere, j'ai ſuivi exactement le procédé publié par ordre du Roi, c'eſt-à-dire, que j'ai pris une livre d'Antimoine de Hongrie, caſſé en morceaux minces, ſelon la direction de ſes aiguilles, 4 onces de liqueur de Nitre fixé par les charbons & bien filtrée, & une pinte d'eau de pluye. Après deux heures d'ébullition, on a filtré la liqueur chaude qui a laiſſé précipiter le Kermès en ſe refroidiſſant. A une ſeconde ébullition on a ajouté 3 onces de nouvelle liqueur de Nitre fixé & une pinte d'eau de pluye. A une troiſieme ébullition, on a remis ſur la leſſive décantée deux autres onces de la même liqueur alkaline & une pinte d'eau de pluye. Voilà le procédé du Roi exécuté à la rigueur; j'en ai retiré un Kermès qui, bien édulcoré & ſéché, ne peſoit qu'un gros 60 grains, quoique l'Antimoine eût diminué de 6 gros.

J'ai fait la même opération avec 4 livres de

de nouvel Antimoine, une livre de liqueur de Nitre fixé & 4 pintes d'eau de pluye. A la ſeconde & à la troiſieme ébullition j'ai fait ajouter d'abord 12 onces de liqueur alkaline & 4 pintes d'eau, enſuite 8 onces de la même liqueur ſaline & 4 autres pintes d'eau. Ces trois cuites ont donné une once 2 gros de Kermès, & les quatre livres d'Antimoine ont diminué de 7 gros & demi.

Si le produit de ces deux opérations comparées eût ſuivi la proportion des matieres employées dans l'une & dans l'autre, je n'aurois dû avoir par la ſeconde opération que 7 gros 20 grains de Kermès, & les 4 livres d'Antimoine auroient dû diminuer d'une once. Mais il y a quelque apparence que cette différence dans la diminution du poids de l'Antimoine, vient de la différence des ſurfaces de ce minéral, qui dans la ſeconde opération ne s'eſt pas trouvée quadruple de la ſomme des ſurfaces de la premiere livre d'Antimoine employé dans la premiere opération ; quant à l'augmentation de poids dans le Kermès de la ſeconde, ne pourroit-on pas dire, pour en rendre raiſon, qu'une plus grande quantité de Sel alkali forme plus vîte une plus grande quantité d'hepar ? que plus il y a d'hepar, plus il ſe détache de particules régulines, & que plus il y a de ces particules détachées, plus il y a de cet enduit ou de ce Vernis ſalin & ſulphureux dont j'ai parlé, & par conſéquent plus il y a de poids, pluſieurs circonſtances concourant pour l'augmenter ? D'ailleurs on ſait que le produit de beaucoup d'opérations, faites en petit, n'eſt jamais é-

gal en proportion au produit des mêmes opérations faites en grand.

Pour découvrir encore mieux ce qui se passe dans l'opération du Kermès, & quelles sont les matieres qui se séparent du minéral, j'ai rassemblé l'Antimoine des deux opérations précédentes, pesant 5 livres moins les 9 gros & demi de diminution. J'ai pris aussi la liqueur du Nitre fixé qui avoit servi aux six précédentes ébullitions, & dont j'avois 2 livres 13 onces; & sans y rien ajouter, à chaque opération, que de l'eau de pluye bien filtrée, j'ai fait faire trente ébullitions & autant de précipitations de suite. Il s'élevoit du vaisseau une vapeur sulphureuse qui noirciſſoit l'Argent qu'on soutenoit au dessus: on y pouvoit distinguer aussi avec cette odeur de souphre, une odeur de lessive forte & mêlée d'un peu d'urineux volatil.

Cette vapeur condensée & recueille dans un chapiteau de verre, verdit le Syrop violat, rend très legerement laiteuse la solution du sublimé corrosif, & précipite en un citron très clair la dissolution du Mercure dans l'esprit de Nitre.

A chaque ébullition, la liqueur du Nitre fixé détachant, comme je l'ai déja dit dans mon premier Mémoire, des particules du Souphre grossier de l'Antimoine, il s'en est composé un hepar sulphuris. Cet hepar dissout ou divise la partie réguline du minéral, & cette division est facilitée par le frottement des morceaux d'Antimoine que l'ébullition agite continuellement.

Ce frottement causé par l'ébullition, paroît né-

néceſſaire dans cette opération du Kermès, parce que le Sel alkali de la leſſive ne peut agir ſur la partie réguline qu'après que le ſouphre groſſier du minéral s'en eſt détaché pour ſe joindre à cet alkali, & former l'hepar, qui eſt le diſſolvant de cette partie réguline: or ſans ce frottement l'alkali ne pourroit former d'hepar qu'avec le Souphre des premieres ſurfaces des morceaux de l'Antimoine. Il y auroit peu d'hepar, & par conſéquent peu de diſſolution de la partie réguline. C'eſt par cette raiſon que la premiere ébullition ne rend jamais autant de précipité que la ſeconde, & la ſeconde que la troiſieme: cette progreſſion a cependant ſon terme.

La liqueur alkaline étant ſuffiſamment chargée du Souphre & du Régule de l'Antimoine, ceſſe d'agir, & il faut la filtrer, premierement afin qu'elle ſe débarraſſe ſur le filtre des parties groſſieres de l'Antimoine non décompoſées, qui ont été détachées par les frottemens répétés des morceaux de ce minéral pendant l'ébullition; & en ſecond lieu, afin qu'elle dépoſe, en ſe refroidiſſant, les parties du même mineral qui ont été aſſez diviſées par l'hepar, & qui ſont devenues aſſez fines pour paſſer avec la liqueur encore chaude au travers du filtre.

Tant que la liqueur eſt chaude, elle eſt dans un mouvement aſſez rapide pour empêcher les particules fines du Kermès de ſe réunir en des molécules trop groſſieres: en cet état, les particules traverſent les pores du papier avec la même facilité que la liqueur; mais à meſure que cette liqueur ſe refroidit, la ra-

rapidité du mouvement ceſſant peu à peu, ces mêmes particules ſe raſſemblent, s'aglutinent les unes aux autres, & compoſent des molécules de telle maſſe, qu'elles ne peuvent plus être ſoutenues dans le liquide, & tombent en un magiſtere.

Il eſt impoſſible que la leſſive ne perde à chaque ébullition une petite portion de ſon Sel alkali, puiſque cette portion a dû être employée à compoſer l'hepar qui a corrodé la partie réguline de l'Antimoine précipitée avec cette même portion d'hepar ſous la forme de magiſtere rouge; car on verra dans la ſuite beaucoup mieux que je ne l'ai fait voir dans mon premier Mémoire, que le Kermès eſt un magiſtere de régule d'Antimoine, uni au Souphre groſſier de ce minéral & à une petite portion de Sel akali qu'on peut en détacher; ou, ſi l'on veut, c'eſt encore un Antimoine qui, à la rigueur, n'eſt pas détruit, mais dont on a ſeulement changé l'arrangement des parties, en détachant le Souphre groſſier des pores qu'il occupoit, ce qui a cauſé l'écroulement ou la rupture des parois de ces pores, qui en changeant & de ſituation & de forme, ſe mêlent avec le nouveau compoſé de l'hepar, & le font paroître un magiſtere plus ou moins coloré, à proportion de la quantité d'Alkali & de Souphre qui eſt unie avec lui.

Mais s'il eſt impoſſible que la liqueur alkaline ne perde pas une petite portion de ſon ſel à chaque ébullition, on concevra aiſément qu'elle en doit perdre peu à chaque fois, puiſque ſans addition de nouveau ſel, elle peut, après

après la filtration, agir de nouveau sur l'Antimoine un nombre de fois considérable, & puisque les trente ébullitions répétées, des 5 livres d'Antimoine mises ensemble, ont rendu 7 onces de Kermès toujours aussi beau & aussi fin que le Kermès des six premieres ébullitions faites sur une livre, & ensuite sur 4 livres de ce minéral.

Voyant qu'à la trente-sixieme cuite, cette liqueur alkaline agissoit presque aussi bien que dans les premieres, je l'ai fait servir encore à vingt autres ébullitions, sans autre précaution que de mettre à part les petites aiguilles d'Antimoine qui restoient sur le filtre, & dont la quantité augmentoit à mesure que les ébullitions se multiplioient. Ces vingt nouvelles ébullitions m'ont rendu encore 5 onces 3 gros & demi de Kermes, au-lieu que je n'en avois eu que 7 onces des trente premieres.

J'ai refait dix autres ébullitions, qui m'ont encore rendu 4 onces un gros & demi de Kermès. Ainsi ces trente dernieres ébullitions m'ont donné 2 onces 5 gros de Kermès de plus que les trente premieres. Cette augmentation d'effet vient, comme je l'ai dit plus haut, de ce qu'en multipliant les frottemens des morceaux de l'Antimoine, il se découvre de nouvelles surfaces qui fournissent un nouveau Souphre à la liqueur alkaline, & ce Souphre ajouté rend l'hepar plus actif & plus pénétrant, ou, si l'on veut, refait de nouvel hepar à chaque nouvelle ébullition.

Il reste, comme je l'ai dit sur les filtres, une quantité assez considérable d'aiguilles fines, mêlées avec une espece de bourbe ter-

reuſe. J'ai fait bouillir douze fois cette bourbe, qui peſoit près de 8 onces, avec la même liqueur alkaline, & elle m'a fourni 2 onces 3 gros & demi de Kermès.

Par ces 78 ébullitions, j'ai eu de mes 5 livres d'Antimoine une livre 4 onces 4 gros 24 grains de Kermès. Il n'eſt pas facile de dire au juſte combien l'Antimoine a perdu de ſon poids, car il retient peut-être dans les interſtices de ſes aiguilles une certaine quantité de Sel alkali, puiſqu'il peſoit encore 3 livres 6 onces, qui jointes au poids de tout le Kermès retiré des 78 ébullitions, donne une augmentation de 2 onces 4 gros 24 grains, en y comprenant le poids de la matiere bourbeuſe des filtres. Ainſi il eſt évident, ou que cette augmentation doit être attribuée à l'union d'une portion du Sel alkali avec le reſte des morceaux de l'Antimoine, ou à l'union de ce meme ſel avec le magiſtere précipité. Il n'y a aucun doute que ce Sel alkali ne ſoit uni à ce magiſtere; je l'ai dit dans mon premier Mémoire, je le prouverai dans celui-ci: mais je ne puis pas prouver de même l'union de ce ſel avec l'Antimoine, ainſi ce ne ſera qu'un ſoupçon.

Examinons la leſſive qui m'eſt reſtée des 78 ébullitions : je l'ai diſtillée; les premieres vapeurs ont fourni une liqueur légerement ſulphureuſe, qui a donné des marques d'urineux volatil. J'en parlerai dans la ſuite de ce Mémoire. A la moitié de la diſtillation, il s'eſt précipité un peu de terre blanche.

Après la ſéparation de cette premiere terre, on a continué la diſtillation de la liqueur reſtan-

reſtante juſqu'à pellicule: il s'y eſt formé des cryſtaux longs, dont les plus fins fuſoient un peu ſur les charbons, ils étoient par conſéquent nitreux.

Mais comme ces cryſtaux étoient encore mêlés avec une matiere bourbeuſe, graſſe & ſale, j'en ai fait une nouvelle ſolution dans de l'eau de pluye, & il s'y eſt précipité une ſeconde terre blanche, ſemblable à la premiere, qui peſoit 4 gros 60 grains. La liqueur qui avoit été ſéparée de cette terre, ayant été évaporée, il s'y eſt formé de nouveaux cryſtaux, mais figurés comme ceux d'une terre foliée, c'eſt-à dire, en feuillets plats, preſque tous quarrés, quelques-uns cependant triangulaires; ils ne conſervent cette figure que pendant qu'on les tient ſechement, car auſſi-tôt qu'ils ſont expoſés à l'humidité de l'air, ils ſe mettent aſſez vîte en *deliquium*, & alors ils ſe recryſtalliſent de nouveau dans leur *deliquium*, lentement à la vérité, & reprennent, dans un ſédiment gras qui ſe dépoſe, une forme de cryſtaux priſmatiques, mais dont aucune partie ne fuſe plus ſur les charbons. Ils y petillent, & s'y briſent comme le Tartre vitriolé, ſans que ce petillement ait rien de ſemblable à la décrépitation du Sel marin.

Quelque ardent qu'on rende le charbon en ſouffiant deſſus, ils ne s'y fondent pas; mais ils s'y convertiſſent en une matiere terreuſe, blanche, qui paroît ſemblable à la terre qui s'en étoit dépoſée avant leur premiere & leur ſeconde cryſtalliſation.

Ces cryſtaux priſmatiques s'étoient formés, comme j'ai dit, dans un ſédiment gras. &

onctueux, provenant du deliquium & de l'eau-mere des cryſtaux en terre foliée. Examinons maintenant cette Eau mere par la diſtillation. J'en ai employé 5 onces.

Elle m'a donné d'abord une liqueur aqueuſe, qui avoit l'odeur des matieres animales, lorſqu'on les diſtille. Il eſt venu enſuite un eſprit urineux volatil, aſſez pénétrant, qui étoit d'un beau jaune, & qui peſoit 2 gros. Enfin il eſt reſté dans la cornue 2 onces 2 gros & demi d'un *caput mortuum*, qui pouſſé à plus grand feu, m'a rendu 6 grains de Sel volatil en forme concrete ou ſeche. Après avoir caſſé la cornue, j'y ai trouvé une maſſe blanche & rouge, dont il s'exhaloit une odeur ammoniacale, pareille à celle qui ſort des vaiſſeaux où l'on a fait des ſublimations de Sel ammoniac.

Cette maſſe étant caſſée, reſſembloit à des ſcories de Régule, pleine de ſoufflures ou cavités qui étoient parſemées de petits grains de Régule fins & brillans, leſquels s'étoient reſſuſcités pendant le feu de fuſion. Cette maſſe ſaline ou de ſcories, en s'humectant à l'air, a pris une couleur verdâtre, ayant une odeur d'hepar; elle ſe ſeroit entierement miſe en deliquium, ſi je l'euſſe laiſſé longtems expoſée à l'humidité. Mais pour aller plus vîte, j'ai verſé deſſus de l'eau bouillante, qui eſt devenue d'un verd brun. En la filtrant chaude, il eſt reſté ſur le filtre une boue verte qui étoit du ſouphre, & il a paſſé au travers des pores du papier une liqueur qui, en ſe refroidiſſant, a laiſſé dépoſer une quantité aſſez conſidérable de Kermès.

Cette

Cette liqueur ſaline ſurnageant ce nouveau Kermès, étant évaporée m'a donné des cryſtaux d'une autre nature que le Sel priſmatique précédent; ils ſe mettent aſſez vîte en deliquium, & ils paroiſſent être un alkali cryſtalliſé, ou un Sel alkali ſulphureux qu'on pourroit nommer, lorſqu'il eſt encore en cet état, un *Sel d'hepar*, car il a en même tems un goût lixiviel & un goût d'hepar: mais ſi on diſſout ce Sel ſulphureux avec de l'eau froide, il reſte au fond de la ſolution du véritable Tartre vitriolé.

Ce Sel ſulphureux ou d'hepar bouillonne ſur les charbons ardens, & y devient jaune: preuve du Souphre qu'il contient. Il noircit & corrode la lame d'Argent ſur laquelle on le fond au feu, il verdit le Syrop violat. Il précipite en orangé la ſolution du Sublimé corroſif, & à la ſurface de la liqueur il laiſſe ſurnager une pellicule ſulphureuſe, qui, recueillie, brûle comme le Souphre commun: en un mot, il a tous les caracteres néceſſaires pour pouvoir être appellé *Sel ſulphureux* ou *Sel d'hepar*. Il eſt différent du Sel qu'on peut retirer de la liqueur du Nitre fixé, qui n'a point paſſé par les ébullitions avec l'Antimoine: car de cette liqueur évaporée, je n'ai eu, outre quelques petits cryſtaux qui étoient encore nitreux, que des cryſtaux longs & priſmatiques, ſemblables à ceux que j'ai décrits ci-deſſus, & qui, comme eux, blanchiſſoient ſur le feu, ſans fuſer ni décrépiter, & comme eux ſe rompoient en petillant.

Revenons à la matiere blanche dépoſée pendant la cryſtalliſation du Sel ſulphureux

ou Sel d'hepar de la leſſive des 78 ébullitions du Kermès. A la vue, on l'auroit priſe pour de l'Antimoine diaphorétique: mais ce n'en eſt pas, parce que l'Eau régale la diſſout, & ne touche pas au diaphorétique ordinaire: elle fermente avec l'acide du Nitre & du Vitriol, il s'en reſſuſcite un Régule ſur les charbons ardens, & avant que de ſe reſſuſciter, on en voit partir de petits éclairs de la couleur de la flamme du ſouphre, & qui s'évanouïſſent dans l'inſtant. Cette poudre, qui n'eſt pas l'Antimoine diaphorétique, n'eſt pas non plus la *Materia perlata*, puiſque les acides n'agiſſent pas plus ſur cette derniere préparation que ſur le diaphorétique. Toutes les matieres blanches que j'ai ſéparées de la fonte de l'Antimoine avec différens Sels alkalis, ſont de même nature que celle dont je viens de parler; & ne connoiſſant point de préparation d'Antimoine à laquelle je puiſſe la comparer exactement, ne pourroit-on pas la nommer un *Kermès blanc* ou une *Magneſie blanche antimoniale*, puiſque d'ailleurs étant priſe intérieurement en petite doſe, elle eſt diaphorétique, & ne cauſe point de nauſées?

Je reprends préſentement le nouvel examen du Kermès que je m'étois propoſé de faire, & qui devient un ſupplément néceſſaire à mon premier Mémoire.

Cette poudre ſe trouve preſque toujours de différente couleur, à proportion que la liqueur alkaline qu'on a employée a été plus ou moins concentrée. Si elle eſt fort chargée de ſels, le Kermès ſera d'un rouge très foncé; ou, ce qui eſt la même choſe, ſi l'ébul-

l'ébullition a duré peu de tems, le Kermès ſera pâle, parce qu'il ne ſe ſera pas évaporé de la liqueur aſſez de flegme pour concentrer les ſels. En voici la preuve: on n'a qu'à verſer ſur le filtre où l'on a mis la liqueur bouillante qui contient le Kermès, de nouvelle eau pure bouillante; le Kermès ſera beaucoup plus pâle qu'il n'auroit été ſans cette addition d'eau.

Lorſqu'on fait tomber du Kermès, un gros, par exemple, dans 3 gros d'Eau régale faite par l'eſprit de Nitre & l'eſprit de Sel, la diſſolution s'en fait avec grande ébullition & chaleur vive; il s'en éleve des vapeurs d'eſprit de Nitre très rouges: l'ébullition ceſſant, l'odeur du mêlange change, elle devient ſeulement ſulphureuſe. Après la fermentation totalement appaiſée, il eſt reſté un ſédiment jaune ſurnagé d'une liqueur, au deſſus de laquelle il y avoit une pellicule ſulphureuſe qui, enlevée avec un petit morceau de papier, brûle comme le Souphre commun. J'ai lavé & deſſéché ce ſédiment, & j'y ai trouvé le lendemain un globule de Mercure coulant, peſant un peu plus d'un quart de grain. En ſuppoſant que ce globule de Mercure ſe ſoit trouvé là ſans aucun ſoupçon qui puiſſe faire douter de ſon exiſtence antérieure dans l'Antimoine, il ne ſeroit que la 288me partie du gros de Kermès ſur lequel j'aurois fait l'expérience que je viens de rapporter: ce qui eſt bien éloigné de la quantité de Mercure que pluſieurs Auteurs prétendent qu'on peut extraire de l'Antimoine, en l'élevant en fleurs par le Sel ammoniac, & en réduiſant ces

fleurs par des Sels fixes. Je puis assurer, en passant, que les vaisseaux de verre dont je me suis servi, n'avoient jamais été employés à aucune opération où il fût entré du Mercure: mais il faut que j'avoue en même tems qu'ayant répété tout le procédé que je viens de rapporter, avec d'autres Kermès de même cuite, & de l'Eau régale semblable, je n'ai pu revoir de Mercure.

La poudre blanche, au milieu de laquelle ce Mercure s'est trouvé, pesoit 42 grains. Je l'ai mise dans une cornue pour en faire élever ce qu'elle pouvoit contenir de Souphre: ce Souphre a monté au premier feu, & s'est attaché à la partie du col de la cornue qui sortoit du fourneau: il est venu ensuite un cercle noir, puis un troisieme cercle blanc de fleurs d'Antimoine, ou plutôt de Régule, parsemées de petites aiguilles: la liqueur du récipient étoit chargée de floccons sulphureux: enfin la masse rouge du fond de la cornue étoit une espece de *crocus metallorum*, ou plutôt de *magnesia opalina*, qui se fait, comme on sait, par le Nitre & le Sel marin. Or, dans cette expérience, j'ai employé une Eau régale composée de l'acide du Nitre & de l'acide du Sel marin. Ces deux acides ont repris une base dans le Sel alkali du Kermès, se sont régénérés, & ont opéré pendant la fonte, ce que ces deux sels, mêlangés avec l'Antimoine, produisent dans l'opération ordinaire de la *magnesia opalina*. La régénération de ces deux sels, avec l'alkali du Kermès, sera encore mieux prouvée dans la suite de ce Mémoire.

Il réſulte de tout ce détail, que l'Eau régale ne diſſout pas toute la partie réguline du Kermès, qu'elle n'attaque apparemment que les particules de ce Régule, dont quelques facettes ſe préſentent à nud à l'action de cet acide; que celles qui ſont recouvertes d'un enduit non diſcontinué de la matiere ſulphureuſe de l'hepar, réſiſtent à l'action de l'Eau régale; qu'on ne peut, par le moyen de cet acide, ſéparer exactement la partie ſulphureuſe du Kermès, puiſque la poudre blanche qui s'en précipite contient, avec le Souphre groſſier, une portion conſidérable de Régule, lequel pourroit bien faire la moitié ou environ de cette poudre: mais cependant, malgré cet inconvénient, l'Eau régale eſt l'acide qui convient le mieux pour faire la ſéparation du Souphre groſſier qui eſt encore en nature dans le Kermès; car ſi j'employe l'eſprit de Sel pur, il corrode la partie réguline, ſubtiliſe & atténue ſi fort ce Souphre, qu'il s'évapore pour la plus grande partie, en ſorte que lorsque je verſe de l'eau de pluye ſur ce diſſolvant, tout le Régule du Kermès, & ce qui y reſte d'hepar & de Sel alkali, ſe précipitent confuſément en une poudre blanche qui ſeroit une véritable poudre d'Algaroth, ſi on n'étoit en droit de ſoupçonner qu'il s'eſt précipité avec elle une portion du Sel alkali du Kermès: enfin il ne ſe ſépare de ce précipité aucun ſouphre ſurnageant, comme cela arrive lorſque je me ſers de l'Eau régale.

Si, à la place de l'eſprit de Sel, j'employe l'eſprit de Nitre pur & concentré, il ſurvient, auſſi-

auſſi-tôt qu'il eſt verſé ſur le Kermès, une efferveſcence ſi grande, qu'il n'y a aucun doute que ce mêlange ne prît feu, ſi le principe huileux du Souphre groſſier de cette poudre étoit plus dégagé de l'acide vitriolique qui le retient & l'appeſantit. Les vapeurs rouges de l'eſprit de Nitre ſe chargent même d'une partie de ce ſouphre qui ſe volatiliſe pendant l'efferveſcence, puiſque recueillies par un chapiteau de verre, ou par quelque autre moyen, elles ſe conduiſent en un eſprit de Nitre teint en verd. Mais malgré cette grande efferveſcence, il ne ſe fait aucune diſſolution de la partie réguline du Kermès, puiſque ſi on laiſſe repoſer le mêlange après l'efferveſcence appaiſée, & qu'enſuite on décante l'acide qui ſurnage la poudre devenue blanche, on ne précipite rien de ce Régule en verſant deſſus de l'huile de Tartre.

Ce Kermès devenu blanc par l'action de l'acide nitreux étant pouſſé au feu dans une cornue, rend beaucoup de Souphre brûlant, des fleurs rouges d'Antimoine, & laiſſe une maſſe blanchâtre de chaux d'Antimoine: cependant cette maſſe étant encore unie à une portion conſidérable du ſouphre groſſier de l'Antimoine qu'elle ne peut abandonner qu'avec peine, reſte un peu jaune, & parſemée de points rouges à ſa ſurface. Si on la pouſſe vivement au feu, elle ſe vitrifie en partie, & l'acide du Souphre le plus fixe, ou, ſi l'on veut, le Souphre entier que le feu n'a pu totalement chaſſer, forme des aiguilles antimoniales avec le reſte de la partie réguline qui ne s'eſt pas vitrifiée.

En

En ſubſtituant à l'Eau régale, à l'eſprit de Sel, & à l'eſprit de Nitre, une huile de Vitriol bien concentrée, il n'en réſulte qu'une odeur de ſouphre que la fermentation augmente; mais il ne ſe ſépare point de Souphre groſſier brûlant, comme il s'en ſepare de l'Eau régale. Donc il faut employer un menſtrue qui puiſſe diſſoudre la partie réguline du Kermès, ſi l'on veut démontrer l'exiſtence du Souphre groſſier uni au Kermès; & ce menſtrue ou diſſolvant eſt l'Eau régale. Paſſons préſentement à d'autres opérations.

J'ai fait voir dans mon premier Mémoire, que d'un æthiops compoſé de Kermès & de Mercure, j'avois eu du cinabre d'Antimoine, principalement lorſque j'employois un certain Kermès du nombre de ceux que j'avois fait acheter. Je puis dire préſentement avec une eſpece de certitude, que ce Kermès étoit altéré par une addition de Souphre commun, puiſqu'avec le Mercure & du Kermès de mes 78 ébullitions, je n'ai pu ſublimer de véritable cinnabre, mais bien une matiere rouge ſulpheureuſe ou bitumineuſe, qui par un feu violent, ſe fond & coule le long des parois de la cornue, comme une cire d'Eſpagne fondue, à laquelle elle reſſemble aſſez quant à ſa couleur & à ſon luiſant. La même expérience m'a fait faire l'obſervation qui ſuit.

J'avois mêlé deux gros de mon Kermès & deux gros de Mercure bien pur: on ſe doute bien que pendant la trituration, qui dure fort longtems, il a dû ſe perdre quelque petit globule de Mercure; cependant en pouſſant cet æthiops à feu violent, il s'eſt reſſuſcité

cité 2 gros 5 grains de Mercure. On ne peut attribuer cette augmentation de poids qu'au Kermès, & je l'avois déja obſervé dans mes opérations de 1734, quoique je n'en aye pas fait mention dans mon Mémoire. Je ne prétends pas en conclurre que le Kermès ait fourni du Mercure au Mercure que j'employois, mais qu'il s'eſt fait un amalgame de 5 grains de régule du Kermès avec les 2 gros de Mercure. La preuve eſt que ce Mercure eſt reſté gras, moins brillant, & laiſſant une queue, comme tout Mercure allié de quelque ſubſtance métallique. Ainſi ce ſeroit-là un moyen, à la vérité un peu long, de faire l'amalgame de régule d'Antimoine & du Mercure, qu'on ſait être très difficile, & pour lequel feu M. Homberg employoit un régule d'Antimoine où il avoit fait entrer le cuivre.

La maſſe de Kermès réduite en *crocus metallorum*, qui étoit reſté dans la cornue, ſéparée de quelques parties de Souphre brulant ſublimées, & de quelques fleurs antimoniales, ne peſoit qu'un gros 39 grains: on a fait bouillir deſſus de l'eau de pluye pour la déſſaler, & cette leſſive a précipité en jaune de Turbith la diſſolution de Mercure dans l'eſprit de Nitre. Or cette couleur jaune fait voir que je ne me ſuis pas trompé, lorſque j'ai avancé dans mon premier Mémoire qu'à l'aide d'un grand feu, & par l'intermede du Mercure, qui cependant ne ſert ici qu'à diviſer les parties des matieres différentes compoſant le Kermès, on pouvoit dégager du Souphre groſſier uni à ce magiſtere, une portion de l'acide vitriolique joint

joint essentiellement à ce Souphre grossier, transporter cette portion d'acide sur une partie de Sel alkali de la même poudre, & former de cette nouvelle union un Tartre vitriolé, puisque dans l'expérience présente je précipite le Mercure en jaune de Turbith, comme je le ferois par une solution de Tartre vitriolé ordinaire.

La même masse dessalée ne pesoit plus que 84 grains ½, ainsi il y avoit dans mes 2 gros de Kermès 27 grains de Sel que je ne puis assurer être tout entier un Tartre vitriolé, parce qu'il pourroit y avoir encore une portion de Sel alkali qui n'auroit pas été saisi par l'acide du Souphre. Mais cette précipitation du Mercure en jaune de Turbith, me suffit pour prouver ce que j'ai dit ci-dessus, que l'acide peut être détaché du principe inflammable, puisque dans le cas présent il l'abandonne en partie pour s'unir au Sel alkali du Kermès. Enfin, tant par cette expérience que par les précédentes, il est démontré que le Kermès est un mélange de Régule d'Antimoine, du Souphre grossier de ce minéral, & d'une portion assez sensible de Sel alkali. Il est démontré aussi que ce Souphre grossier peut être décomposé par la fonte à grand feu, comme le Souphre commun se décompose dans l'opération de l'esprit de Souphre. De ce fait se déduit aisément la raison pour laquelle on ne retire point du Cinabre de ce mélange de Kermès & de Mercure: c'est que dans cette opération le Souphre grossier de l'Antimoine ayant été décomposé par un grand feu, du moins pour la plus grande partie, l'acide qui, avec

le

le bitume de la terre, ou ſi l'on veut, avec un principe huileux, compoſoit du Souphre commun dans le minéral entier, a quitté cette matiere graſſe pour s'unir avec le Sel alkali avide d'acide, & faire un Tartre vitriolé, pendant que le reſte du Souphre non décompoſé eſt reſté uni au ſurplus de l'alkali ſous la forme d'hepar : or tant que le Souphre reſtera uni à un Sel fixe, il ne peut l'abandonner pour ſe joindre au Mercure, & s'élever avec lui en Cinabre.

Voici encore une autre expérience déja rapportée dans mon premier Mémoire, mais qu'il étoit néceſſaire de répéter. J'ai pris un gros 9 grains, ou 81 grains de Kermès, & un gros & demi de Sublimé corroſif : le mêlange bien broyé a été mis dans une cornue, le beurre d'Antimoine a paſſé, le Mercure eſt venu enſuite, il a été ſuivi par un peu de Cinabre ſublimé à la voûte de la cornue, & par un Souphre excédent qui s'eſt ſublimé en fleurs jaunes, lesquelles ont brûlé ſur le charbon. Le Mercure reſſuſcité peſoit 70 grains, ainſi il y avoit 38 grains d'acide concentré dans mes 108 grains de Sublimé corroſif, c'eſt 25 grains $\frac{1}{2}$ par gros, ſans compter l'acide qui s'eſt uni à l'alkali du Kermès, comme on va le voir.

Il ne faut donc pas s'étonner ſi le Sublimé eſt la préparation de Mercure la plus corroſive, puiſque le précipité rouge, par exemple, ne contient par gros que 7 grains d'acide. La maſſe d'un brun preſque noir, reſtée au fond de la cornue, peſoit 32 grains $\frac{1}{2}$; quoiqu'elle reſſemblât par ſes ſtries à un Antimoi-

timoine fondu, elle contenoit encore 15 grains de Sel, puiſqu'après l'avoir édulcorée avec de l'eau diſtillée, elle n'a plus peſé que 17 grains ½; l'eau de cette lotion a donné au Syrop violat une couleur verte-foncée, comme le fait la ſolution du Sel marin, quoique plus lentement; elle fait un précipité blanc & abondant, avec la diſſolution du Mercure dans l'eſprit de Nitre; elle ne cauſe aucune altération à la ſolution du Sublimé corroſif; elle précipite l'Argent en lune cornée; enfin en ſe cryſtalliſant, elle donne un Sel cubique qui décrépite ſur les charbons: ainſi c'eſt un Sel commun régénéré par l'union d'une portion de l'acide du Sel qui a abandonné le mercure du Sublimé corroſif avec une baſe alkaline, & cette baſe n'a pu être que le Sel alkali du Kermès: donc cette expérience eſt encore une preuve ſurabondante de l'exiſtence de ce Sel dans le Kermès. Il s'agit de déterminer combien le Kermès contenoit de chacun des trois ingrédiens qui entrent dans ſa compoſition; les expériences précédentes n'avoient pu me faire connoître cette proportion, la ſuivante me la donne avec une eſpece d'exactitude. J'ai fait broyer ſur le Porphyre 24 grains de limaille d'Aiguilles, que j'ai mêlés enſuite dans un creuſet avec un gros de Kermes minéral; la fuſion s'en eſt faite comme dans l'opération ordinaire du Régule, il s'y eſt formé de même une ſcorie: mais pendant la fonte il s'eſt élevé aux bords du creuſet, qui étoit couvert, une poudre aiguillée blanche, qui n'étoit autre choſe que des fleurs de Régule. J'ai ſéparé le Régule des ſcories,

ries, & j'en ai trouvé 10 grains ½ : ces ſcories ayant été miſes dans l'eſprit de Nitre, le Fer s'y eſt diſſous, & la partie ſuiphureuſe du Kermès eſt reſtée ſéparée de la diſſolution du Fer: j'ai ſurvuidé la liqueur, j'ai précipité le Fer par la Noix de Galle & le Souphre brûlant mis à part; j'ai donc eu 10 grains ½ de Régule pur en culot, & près de 4 grains de fleurs Régulines, ce qui fait 14 grains ½.

Je compte tout au plus pour deux grains, la portion réguline qui a pu reſter dans les ſcories; car elles ne m'ont paru contenir que du Fer, du Sel alkali & du Souphre; ainſi il y auroit, ſelon cette expérince, 16 à 17 grains de Régule dans un gros de Kermès, 13 à 14 grains de Sel alkali, & 40 à 41 grains de Souphre commun.

Je finis ici l'examen du Kermès fait par ébullition, pour paſſer à celui de la même préparation qui ſe peut faire par la fonte, plus vîte que par les ébullitions, en obſervant cependant & le choix & les proportions du Sel alkali, ſans quoi le Kermès n'auroit pas la fineſſe, la légereté, & la couleur qui lui ſont eſſentielles.

METHODE DE DETERMINER

SI LA TERRE EST SPHERIQUE OU NON.

Et le rapport de ſes degrés entre eux, tant ſur les Méridiens que ſur l'Equateur & ſes Paralleles.

Par M. CASSINI. *

IL ſeroit inutile de répéter ici toutes les tentatives qui ont été faites juſqu'à préſent pour déterminer la grandeur de la Terre & ſa figure. Il nous ſuffira de dire que les deux principales méthodes qui ont été employées, ont été, la premiere, de meſurer géométriquement une certaine étendue de terrein ſur un Méridien, & de la comparer avec l'Arc du Ciel obſervé entre les deux extrémités de cette meſure par le moyen des hauteurs méridiennes des Etoiles fixes. La ſeconde, qui n'a été pratiquée que dans ces derniers tems, a été de comparer auſſi une meſure géométrique faite ſur Terre ſuivant un parallele, avec les degrés de longitude compris entre les extrémités de ces meſures déterminées par les obſervations des Satellites de Jupiter.

Toutes ces deux méthodes demandent des obſervations aſtronomiques; & quoique de notre

* 11 Juin 1735.

notre tems elles ayent été portées à une très grande préciſion par la perfection des inſtrumens qu'on y employe, & des méthodes que l'on a imaginées pour les rendre exactes, elles ne laiſſent pas de former encore quelques doutes dans l'uſage que l'on en fait pour déterminer la figure de la Terre; car pour ce qui concerne les obſervations des hauteurs des Etoiles, on ſait qu'une errreur d'une ſeconde en produit une de 16 toiſes ſur le terrein. Mais qui peut s'aſſurer d'arriver à la préciſion d'une ſeconde dans chaque obſervation? Et quand il pourroit ſe flatter d'y être parvenu, comment s'aſſurer que l'ouvrier qui a conſtruit l'inſtrument dont il ſe ſert, l'ait diviſé avec une aſſez grande exactitude? Les plus grands inſtrumens que l'on a employés juſqu'à préſent, ont été de 10 pieds de rayon. Dans un inſtrument de cette grandeur, un degré occupe 2 pouces, une minute 2 cinquiemes de ligne, & une ſeconde la 150me partie d'une ligne, ce qui eſt hors de la portée de nos ſens. Or pour déterminer un degré ſur Terre, il eſt néceſſaire d'y faire des obſervations à ſes deux extrémités; ainſi en n'y ſuppoſant qu'une ſeconde d'erreur dans chacune, on ne peut avoir la grandeur du degré qu'à 31 ou 32 toiſes près, qui eſt la plus grande augmentation d'un degré à l'autre qu'on ait obſervée dans l'étendue de la France, qui, comme nous l'avons remarqué, eſt dans la ſituation la plus avantageuſe pour cette recherche.

Auſſi n'a-t-on jamais jugé que la meſure de deux degrés conſécutifs ſur Terre, fût ſuffiſante

ſante pour déterminer ſa figure, que l'on pourroit cependant connoitre avec plus d'exactitude, en meſurant, comme l'on a fait, un plus grand nombre de ces degrés, & en comparant ceux du Midi avec ceux du Nord. Dans l'étendue de la France, qui comprend 8 degrés & demi, la différence entre le degré le plus Méridional & le plus Septentrional s'eſt trouvée, ſuivant nos obſervations, de 262 toiſes, & M. de Maupertuis a fait voir que quand même on ſuppoſeroit 4 ſecondes d'erreur dans chaque obſervation des Etoiles fixes, il en réſulteroit toujours que les degrés diminueroient, en s'approchant du Pole, d'une quantité, qui, dans cette étendue, monteroit à 93 toiſes.

A l'égard des obſervations que l'on employe pour déterminer les Longitudes, on ſait que les plus favorables pour cette recherche, ſont celles des Immerſions & Emerſions des Satellites de Jupiter, que deux obſervateurs n'obſervent pas toujours dans le même inſtant, parce que leur lumiere augmente ou diminue peu à peu, en ſortant de l'ombre, ou en y entrant, & qu'on ne commence ou ceſſe de les voir que lorſque cette lumiere eſt aſſez ſenſible pour être apperçue à la vue; ce qui peut être remarqué quelques ſecondes plutôt par les uns que par les autres, ſuivant les divers degrés de bonté de la Lunette, & la différente conſtitution du tems plus ou moins ſerein: auſſi n'a-t-on jamais pu parvenir par ce moyen, à une préciſion de plus de 4 ſecondes d'heure, qui font une minute de

degré, & 950 toiſes ſur les degrés d'un grand cercle.

Nous avons donc jugé devoir propoſer, pour connoître le rapport des degrés de la Terre & de ſa figure, une Méthode qui ne demande aucune obſervation aſtronomique, & qu'on pourra pratiquer en divers endroits de la Terre, mais avec plus de ſuccès ſous l'Equateur, ou aux environs de cette ligne.

On choiſira pour cet effet, une Montagne élevée d'où l'on puiſſe découvrir l'horizon de la Mer dans une étendue de 90 degrés, de maniere qu'on y apperçoive le Midi ou le Nord, & l'Orient ou l'Occident. Nous en avons trouvé pluſieurs dans cette expoſition près des côtes du Rouſſillon & du Languedoc, & il y a apparence qu'il n'en manquera pas vers les côtes du Perou près de l'Equateur, comme, par exemple, ſi l'on s'en rapporte à la Carte de ce Royaume, publiée par M. Deliſle en 1703, le Mont de Quoquo qu'il place ſous l'Equateur près de la Mer, d'où l'on découvre ſon horizon au Nord & à l'Occident, & peut-être au Midi.

On obſervera du haut de cette Montagne, l'abbaiſſement de l'horizon de la Mer au-deſſous de l'horizon rationel du côté du Nord & du côté de l'Occident; ſi ces deux abbaiſſemens ſont égaux, c'eſt une preuve que la Terre eſt ronde, s'ils ſont inégaux, la Terre eſt Elliptique ; allongée vers les Poles, ſi l'abbaiſſement vers le Midi ou le Nord eſt moindre que vers l'Orient ou l'Occident; &, tout au contraire, applatie dans le même ſens, ſi l'abbaiſſement vers le Midi ou le Nord

Nord eſt plus grand que vers l'Orient ou l'Occident. *C'eſt ce qu'il faut démontrer.*

* Soit *ADB*, une Ellipſe qui repréſente un Méridien de la Terre, que l'on ſuppoſera d'abord allongée vers les Poles, de maniere que *AB* ſoit ſon grand axe, & *DT* le diametre de l'Equateur. Nous avons démontré dans le Traité de la grandeur & de la figure de la Terre, que ſuppoſant que les poles de la Terre ſoient à l'extrémité du grand axe, les degrés des Méridiens doivent être plus grands, plus ils s'approchent de l'Equateur où eſt le terme de leur plus grande étendue; & que, ſuivant nos obſervations, la différence du plus grand au plus petit degré, qui eſt le plus près du Nord, eſt de 1795 toiſes: que les degrés de l'Equateur qui, dans cette hypotheſe, ſont tous égaux entre eux, étoient de 56817 toiſes, plus petits de 1202 toiſes que ceux du Méridien qui ſe terminent à l'Equateur.

Du centre *C* de l'Ellipſe, & du rayon *CD* qui meſure le demi-diametre de l'Equateur, ſoit décrit un cercle *DOT*, que l'on ſuppoſe perpendiculaire au plan de l'Ellipſe *ADBT*. Ce cercle repréſentera la circonférence de l'Equateur dont la courbure ſera, comme l'on ſait, plus grande que celle de l'Ellipſe. Si l'on ſuppoſe donc une Montagne placée ſous l'Equateur, dont la hauteur ſoit repréſentée par *DI*, & que l'on mène du point *I*, à l'horizon de la Mer, deux tangentes *IM* & *IO*, la premiere du côté du Midi

* Fig. 1.

Midi ou du Nord à l'Ellipſe *AMB* qui repréſente un Méridien de la Terre, & la ſeconde de l'Orient vers l'Occident, ou de l'Occident vers l'Orient, au cercle *DOT* qui repréſente l'Equateur, il eſt évident que l'angle *PIM* qui meſure l'abbaiſſement du rayon viſuel au-deſſous de l'horizon rationel obſervé dans la direction du Méridien, ſera plus petit que l'angle *PIO* qui meſure cet abbaiſſement dans le ſens de l'Equateur, & que le contraire doit arriver ſi la Terre eſt applatie vers les Poles, auquel cas *AB* repréſente le diametre de ſon équateur, *ANB* ſa circonférence qui eſt un cercle circonſcrit à l'Ellipſe *ADB*, & l'angle *GHN* l'abbaiſſement du rayon viſuel ſuivant l'Equateur, qui eſt plus petit que l'angle *GHQ* de ſon abbaiſſement ſuivant un Méridien.

Il s'agit préſentement de déterminer quel doit être le rapport de ces différens abbaiſſemens entre eux, ſuivant les différentes hypotheſes que l'on a propoſées juſqu'à préſent ſur la figure de la Terre, & ſi les obſervations que l'on en peut faire ſur diverſes Montagnes, ſont ſuſceptibles d'une aſſez grande préciſion pour que l'on puiſſe y reconnoitre le rapport entre ces axes, tel qu'il réſulte de ces différentes hypotheſes.

L'on n'employera d'abord pour cette recherche que des Montagnes dont la hauteur perpendiculaire ſur le niveau de la Mer ſoit d'environ 500 toiſes. Il y en a pluſieurs en France de cette hauteur, & au-delà, d'où l'on découvre la Mer dans une grande partie de l'horizon; & il y a apparence que l'on

en

en trouvera dans le Perou de plus élevées, qui ſeront dans l'expoſition que nous ſouhaitons. Suivant cette élévation, l'abbaiſſement de l'horizon de la Mer au-deſſous de l'horizon rationel doit être d'environ un degré, faiſant abſtraction de la réfraction qui doit diminuer la quantité de cet angle, & dont nous parlerons ci-après.

Nous ſuppoſerons ici que ſous la Ligne, le degré de l'Equateur eſt de 56817 toiſes, & celui du Méridien de 58020, tels qu'on les a déterminés dans le Traité de la grandeur & de la figure de la Terre; & l'on cherchera quel doit être l'angle *PIM* qui meſure l'abbaiſſement de l'horizon de la Mer dans la direction du Méridien, lorſque l'angle *PIO*, qui meſure cet abbaiſſement ſuivant l'Equateur, a été obſervé d'un degré.

Soit pris de part & d'autre du point *D* les arcs *DK*, *DS*, chacun d'un demi-degré, & ſoit mené des points *K* & *S* des perpendiculaires *KΥ*, *SΥ*, à l'Ellipſe, qui iront ſe croiſer au point *Υ*, où elles formeront un angle *KΥS* d'un degré. La circonférence de l'Ellipſe pouvant être regardée comme compoſée d'une infinité de petits arcs de cercle dont les rayons *LV*, *KΥ*, vont en augmentant à meſure qu'ils s'approchent du petit diametre de l'Ellipſe, on peut, ſans erreur ſenſible, prendre l'arc *KS* pour la portion d'un cercle dont le centre eſt *Υ*, & dont le rayon eſt meſuré par *DΥ*, qui eſt au rayon *CD* de l'Equateur dans la même proportion que l'arc du Méridien à l'arc de l'Equateur, c'eſt-à-dire, comme 58020 eſt à 56817.

Des points C & Υ soient menées les lignes $C\,O$ & ΥM perpendiculares aux rayons visuels $I\,O$, $I\,M$. Dans le Triangle $C\,O\,I$ rectangle en O, dont l'angle $C\,I\,O$ a été observé de $82^d\ 0'\ 0''$, & le rayon $C\,D$ ou $C\,O$, demi-diametre de l'Equateur, a été déterminé, suivant nos observations, de 3255400 toises, on trouvera le côté $C\,I$ de 3255896 toises, dont la différence à $C\,O$ ou $C\,D$ est de 496 toises qui mesurent la hauteur de la Montagne $D\,I$ sur le niveau de la Mer. Le rapport de $D\Upsilon$ à $C\,D$ étant, comme on l'a dit ci-dessus, comme 58020 à 56817, on aura $D\Upsilon$ ou ΥM, qui n'en differe pas sensiblement par les raisons que l'on a dites, de 3324328. Y ajoutant $D\,I$ de 496, on aura $I\Upsilon$ de 3324824 toises, & dans le triangle $I\,M\,\Upsilon$ rectangle en M, dont les côtés ΥM & $I\Upsilon$ sont connus, on trouvera la valeur de l'angle $\Upsilon\,I\,M$ de $89^d\ 0'\ 38''$, dont le complément $0^d\ 59'\ 22''$ mesure l'angle $P\,I\,M$ de l'abbaissement de l'horizon suivant le Méridien, qui doit être par conséquent plus petit de 38 secondes que celui que l'on a observé suivant l'Equateur, supposé que la proportion entre les deux axes de la Terre soit telle que nous l'avons trouvée par les observations de la Méridienne.

Il faut présentement examiner si cette différence est suffisante pour être apperçue par les observations, & si les effets causés par la réfraction dont nous n'avons point encore tenu compte, y peuvent jetter quelque incertitude.

Il est constant par les observations que l'on a faites jusqu'à présent sur les Montagnes dont la

la hauteur étoit connue, & d'où l'on découvroit l'horizon de la Mer, que la réfraction éleve cet horizon au deſſus de ſa ſituation véritable. Mon Pere en avoit fait d'abord pluſieurs obſervations dans un voyage de Provence ſur la Montagne de la Garde près de Marſeille, dont il avoit déterminé, avec une très grande exactitude, la hauteur perpendiculaire ſur le niveau de la Mer de 180 toiſes & demie, & où il trouva l'abbaiſſement du rayon viſuel de 32' 30", moindre de 3' 48" qu'elle n'auroit dû être ſuivant la grandeur de la Terre déterminée par M Picard. M. de la Hire en rapporte auſſi quelques-unes dans ſes voyages ſur d'autres Montagnes de Provence, & nous en avons fait de ſemblables dans le voyage de la Méridienne ſur des Montagnes du Rouſſillon, qui nous ont fait voir que la réfraction horizontale élevoit toujours l'horizon de la Mer d'une quantité plus ou moins grande, qui pour l'ordinaire montoit à la 9me ou 10me partie de l'abbaiſſement obſervé.

Quoique ces ſortes d'obſervations dont le P. Riccioli s'eſt ſervi pour déterminer la grandeur de la Terre, ayent été jugées, avec raiſon, inſuffiſantes pour cet effet; elles ne laiſſent pas de pouvoir être employées utilement pour trouver la proportion des degrés du Méridien à ceux de l'Equateur; car il ne s'agit pas de déterminer par leur moyen la grandeur des degrés, mais ſeulement leur rapport entre eux, ſuppoſant que le degré du Méridien ſous l'Equateur ait été connu par des obſervations immédiates, ou qu'on l'ait dé-

déduit de celles que l'on a faites en France. Or il y a bien de l'apparence que ſi la réfraction éleve la ſurface de la Mer dans la direction d'un Méridien, elle doit l'élever auſſi de la même quantité ſuivant la direction de l'Equateur. D'ailleurs on peut s'en aſſurer en répétant cette obſervation le matin, le ſoir, & à toutes les heures du jour, & choiſiſſant les momens où l'on ne trouvera pas, par exemple, de différence entre l'inclinaiſon du rayon viſuel obſervée vers l'Orient, & celle qui eſt à l'Occident, ſi l'horizon eſt viſible de part & d'autre, parce qu'elle doit être la même dans ces deux directions oppoſées.

A l'égard de l'erreur de l'inſtrument, elle ne doit être ſenſible en aucune maniere; car cette obſervation ne demande pas même qu'il ſoit diviſé avec une grande préciſion; il ſuffit, en laiſſant ſon pied immobile, de le diriger à l'horizon de la Mer ſuivant deux directions perpendiculaires l'une à l'autre, & d'examiner la différence de hauteur. On pourroit même, pour une plus grande préciſion, laiſſer toujours le cheveu perpendiculaire ſur le même point de la diviſion, & obſerver avec un Micrometre placé dans la Lunette, la différence produite par la différente inclinaiſon qu'on détermineroit à peu de ſecondes près.

Nous venons de déterminner quelle doit être la différence entre l'abbaiſſement du rayon viſuel, en ſuppoſant le rapport du degré du Méridien à celui de l'Equateur, tel qu'on l'a trouvé par les obſervations faites en France.

Exami-

Examinons préſentement quel doit être le rapport de ces deux degrés ſuivant les inclinaiſons différentes que l'on obſervera.

Nous ſuppoſerons pour cet effet qu'ayant obſervé du haut d'une Montagne l'abbaiſſement apparent de l'horizon de la Mer ſuivant différentes directions, on l'ait trouvé dans le ſens de l'Equateur de $0^d\ 54'$, & ſuivant un Méridien de $0^d\ 53'\ 50''$ avec une différence de 10 ſecondes, qui par les raiſons que nous avons déduites, doit s'appercevoir facilement avec un Quart-de-cercle de médiocre grandeur.

Ajoutant, ſuivant les expériences que l'on en a faites, la 9me partie de ces angles à ceux que l'on a obſervés, on aura l'abbaiſſement de l'horizon de la Mer corrigé par la réfraction de $1^d\ 0'\ 0''$ ſuivant la direction de l'Equateur, & de $0^d\ 59'\ 49''$ ſuivant un Méridien.

Menant du point D la tangente DZ qui rencontre les rayons viſuels IO, IM, aux points S & Z, & joignant CS & YZ. Dans les triangles rectangles CDS, COS, les rayons CD & CO étant égaux, & l'hypothénuſe CS commune, on aura DS égal à OS qui meſure la tangente de la moitié de l'arc DO, on trouvera de même que DZ meſure la tangente de la moitié de l'arc DM. Mais DS eſt à DZ comme la tangente de l'angle DIS complément de l'angle DIO d'un degré, qu'on trouvera dans les Tables de 57299, eſt à la tangente de l'angle DIZ complément de l'angle PIZ de $0^d\ 59'\ 49''$ qu'on trouvera de 57466; on aura donc le rapport de DS à

DZ comme 57299 eſt à 57466. Maintenant dans le triangle DCS rectangle en D, dont le côté DS eſt connu, & l'angle DCS eſt d'un demi-degré, on trouvera la valeur du rayon CD. Dans le triangle $DZ\Upsilon$ rectangle en Z, dont le côté DZ eſt connu, & l'angle $D\Upsilon Z$ de 0d 29' 54" ½ moitié de l'angle $I\Upsilon M$ ou PIM de 59' 49", on aura de même la valeur du rayon ΥD par rapport au rayon DC. Mais les rayons ſont aux rayons comme les arcs ſont aux arcs. Connoiſſant donc la valeur du degré de l'Equateur qui eſt exprimé par DO, & que l'on peut ſuppoſer de 56817 toiſes, on aura la valeur du degré du Méridien qui lui répond de 57177 toiſes, lorſque l'inclinaiſon du rayon viſuel eſt de 10 ſecondes, avec une différence ſeulement de 360 toiſes, qui n'eſt pas le tiers de celle que nous avons trouvée dans l'exemple précédent. On trouvera de la même maniere le rapport des degrés du Méridien avec ceux de l'Equateur pour telle inclinaiſon que l'on voudra.

Après avoir déterminé les différentes inclinaiſons que l'on doit obſerver ſur l'Equateur dans l'hypotheſe de la Terre allongée vers les Poles, nous avons cru devoir examiner ce qui doit réſulter ſuivant celle de M. Newton, qui l'a jugée applatie vers les Poles. On a pour cet effet ſuppoſé le rapport du plus grand axe de l'Ellipſe qui dans cette hypotheſe repréſente le diametre de l'Equateur terreſtre, à l'égard du petit axe qui paſſe par les Poles, comme 230 à 229, & l'on a calculé, ſuivant notre méthode, la valeur du premier degré de l'Equateur par rapport au grand

grand axe, d'où nous avons déduit, de la maniere que nous l'avons expliquée, quelle doit être la différence de l'inclinaiſon du rayon viſuel obſervé dans les deux directions du Méridien & de l'Equateur, & nous avons trouvé qu'en ſuppoſant la même hauteur que dans les exemples précédens, en ſorte que l'inclinaiſon obſervée ſur le Méridien ſoit d'un degré, celle que l'on doit appercevoir ſur l'Equateur doit être $0^d\ 59'\ 45''$ avec une différence de 15 ſecondes, qui, ſuivant ce que nous avons remarqué, doit être aſſez ſenſible. On pourroit même, ſi l'on fait ces obſervations ſur des Montagnes plus élevées, y appercevoir quelque différence, quand même l'excentricité de la Terre ne ſeroit pas plus grande que celle qu'a ſuppoſée M. Huygens de la 579me partie de l'axe de la Terre, & reconnoître ainſi par cette méthode, laquelle de toutes ces hypotheſes s'accorde mieux à la véritable figure de la Terre.

Il faut préſentement examiner quelle doit être la différence entre l'abbaiſſement du rayon viſuel qui ſe termine à l'horizon de la Mer ſuivant les différentes directions, pour toutes les hauteurs du Pole données.

* Soit l'Ellipſe *A G B* qui repréſente un Méridien de la Terre ſur laquelle on cherche les différens abbaiſſemens du rayon viſuel pour une hauteur de Pole donnée, comme, par exemple, de 49 degrés.

Soit fait l'angle *A E I* de $41^d\ 0'\ 0''$ égal au complément de la hauteur du Pole donnée, &

* Fig. 2.

& ayant mené du point *F* comme centre, & de l'intervalle *FI* égal au grand axe *AB* un arc de cercle qui coupe *EI* au point *I*, joignez *FI* qui rencontre l'Ellipſe au point *G*. Il a été démontré dans le Traité de la grandeur & de la figure de la Terre, que ce point *G* étoit à la diſtance du Pole donnée, & l'on a trouvé que ſuppoſant l'excentricité *CE* ou *CF* de la Terre de 14400 paries, dont le rayon *AC* eſt de 100000, cette Ellipſe repréſente aſſez exactement la figure d'un Méridien, tel qu'il réſulte de nos dimenſions, ſuivant leſquelles le degré compris entre la hauteur du Pole de 48 & 49 degrés eſt de 57005 toiſes.

Soit joint *EG*, & ſoit mené du point *G* la ligne *GL* qui partage en deux également l'angle *EGF* entre les deux foyers, & qui par la propriété de l'Ellipſe eſt perpendiculaire à la tangente de cette Ellipſe au point *G*.

Dans le triangle *EIF*, les côtés *EF* & *FI* étant connus, & l'angle *FEI* de 139^{d} 0$'$ 0$''$, ſupplément de l'angle *AEI* de 41^{d} 0$'$ 0$''$ donné, on trouvera l'angle *EIF* de 5^{d} 25$'$ 15$''$ qui eſt égal à l'angle *EGL*, lequel eſt la moitié de l'angle *EGF*, qui ſera par conſéquent de 10^{d} 50$'$ 30$''$. On aura auſſi l'angle *EFI* de 35^{d} 34$'$ 45$''$, & l'angle *FEG* de 133^{d} 34$'$ 45$''$, & dans le triangle *EFG*, dont le côté *EF* & les angles *EGF*, *EFG*, ſont connus, on trouvera le côté *EG* de 89083 $\frac{1}{2}$.

Dans le triangle *ECG*, les côtés *EC*, *EG*, étant connus, & l'angle compris *CEG* de 133^{d} 34$'$ 45$''$, on trouvera le côté *CG* de 99558 $\frac{1}{2}$, l'angle *ECG* de 40^{d} 24$'$ 23$''$, & l'angle

gle EGC de 6^d 0' 52", dont retranchant EGL de 5^d 25' 15", reſte l'angle CGL de 0^d 35' 37".

Soit mené du point C au point L la ligne CL, que l'on peut, à cauſe de la petiteſſe de l'angle LCN, ſuppoſer égale au rayon CN ou CG, ſans que cela puiſſe cauſer aucune erreur ſenſible, comme on le fera voir dans la ſuite. On aura donc l'angle LCN de 1^d 11' 14"; l'ajoutant à l'angle BCN ou ACG, qui a été trouvé de 40° 24' 23", on aura l'angle BCL de 41^d 35' 37".

Soit circonſcrit à l'Ellipſe ALB le cercle ADB, & ſoit mené par le point L la ligne DLV perpendiculaire au grand axe AB qui qui rencontre le cercle ADB au point D. Joignez CD, on aura VL à VD comme le petit axe de l'Ellipſe eſt à ſon grand axe; mais VL eſt à VD comme la tangente de l'angle LCV de 41^d 35' 37" eſt à la tangente de l'angle DCV, donc le petit axe de l'Ellipſe eſt à ſon grand axe comme la tangente de l'angle LCV, qui a été déterminé de 41^d 35' 37", eſt à la tangente de l'angle DCV, que l'on trouvera de 41^d 53' 30" $\frac{1}{2}$, & l'on fera comme le ſinus, du complément de l'angle DCV; ainſi CD 100000 eſt à CL, que l'on trouvera de de 99536 $\frac{2}{3}$ plus petit de 22 parties que le rayon CN ou CG, qui a été trouvé de 99558 $\frac{2}{3}$.

Le rapport des rayons CL & CG étant connu, on trouvera dans le triangle GCL la valeur de l'angle GCL ou ſon ſupplément LCN de 1^d 11' 14" $\frac{1}{2}$, plus grand ſeulement d'une demi-ſeconde qu'on ne l'avoit ſuppoſé d'abord. Cet angle étant connu, on peut,

pour une plus grande préciſion, recommencer le calcul autant de fois que l'on voudra pour trouver la valeur du côté CL, dont on approchera par ce moyen juſqu'à l'infini, & qu'on trouvera de la même quantité que par le premier calcul, avec une différence ſeulement de 3 pouces ſur toute la longueur de CL. Maintenant dans le triangle LCG, dont les angles ſont connus, de même que les côtés CG, CL, on trouvera le côté GL de 199084 qui meſure le grand axe de l'Ellipſe qui repréſente ſur la Terre la perpendiculaire à la Méridienne pour la hauteur du Pole de 49 degrés.

Pour déterminer la valeur du petit axe de cette Ellipſe, on diviſera GL en deux parties égales au point O qui en marquera le centre, & l'on joindra CO qu'on prolongera de côté & d'autre en Q & en Z.

Soit élevé des points C & O ſur le plan de l'Ellipſe $AGBL$ les perpendiculaires CX, $O\Upsilon$, qui rencontrent l'Ellipſoïde de la Terre aux points X & Υ. CX ſera égale au petit demi-axe CM de l'Ellipſe $AGBL$, $O\Upsilon$ meſurera le petit demi-axe de l'Ellipſe dont le grand axe eſt GL, & ΥX repréſentera une portion de l'Ellipſe $Q\Upsilon XZ$, dont le grand axe eſt QZ, le petit axe CX, & qui eſt dans un plan perpendiculaire à celui de l'Ellipſe AGB qui repréſente un Méridien de la Terre. On peut, à cauſe de la petiteſſe de ΥX, ſuppoſer ſans erreur ſenſible qu'il eſt l'arc d'un cercle meſuré par l'angle CGO, & dont le rayon eſt CG; c'eſt pourquoi l'on fera comme le ſinus total eſt au ſinus du complément

de

de l'angle CGO de $0^d\ 35'\ 37''$, ainſi CG 99558 $\frac{1}{2}$ eſt à GO 99553 $\frac{1}{2}$, dont la différence à CG eſt de $5\frac{1}{2}$, qui étant retranché de CX ou CM, petit demi-diametre de l'Ellipſe $AGBL$ qui eſt de $98957\frac{1}{4}$, donne le petit demi-diametre de l'Ellipſe qui meſure la perpendiculaire à la Méridienne de 98952.

Comme la méthode dont on s'eſt ſervi pour déterminer les deux axes de l'Ellipſe qui repréſente la perpendiculaire à la Méridienne, ne l'a donnée que par approximation, on pourra y employer une méthode géométrique en cette maniere.

* Du centre C ſoit mené le rayon CP parallele à GL, & ayant tiré par le point P la ligne TPR perpendiculaire à AB qui rencontre le cercle $ARBD$ circonſcrit à l'Ellipſe au point R ſoit joint CR. A cauſe des paralleles CP, GL, on aura l'angle GCP égal à l'angle connu CGL; l'ajoutant à l'angle ACG auſſi connu, on aura l'angle ACP. Dans les triangles CTP, CTR, rectangles en T, on aura TP eſt à TR comme la tangente de l'angle ACP ou TCR eſt à la tangente de l'angle TCR. Mais TP eſt à TR comme le petit axe de l'Ellipſe eſt à ſon grand axe; donc le petit axe de l'Ellipſe eſt à ſon grand axe comme la tangente de l'angle TCP eſt à la tangente de l'angle TCR qui ſera par conſéquent connu, & l'on fera comme le ſinus du complément de l'angle TCP eſt au ſinus du complément de l'angle TCR; ainſi le demi-axe AC ou CR eſt à CP. On fera auſſi comme le ſinus total eſt au ſinus du com-

* Fig. 2.

complément de l'angle TCR; ainſi CR eſt à CT, & comme CT eſt à CA; ainſi CA eſt à CS. Joignez PS, & du centre C ſoit menée QCZ, parallele à PS, qui par la propriété de l'Ellipſe eſt le diametre conjugué de CP, & partage en deux parties égales au point O la ligne GL parallele à CP.

Dans le triangle CPS, les côtés CP & CS, & l'angle compris ACP étant connus, on trouvera l'angle CSP qui à cauſe des paralleles PS, CQ, eſt égal à l'angle ACQ ou ACO. L'ajoutant à l'angle ACG, on aura l'angle GCO, & dans le triangle GCO, dont le côté CG & les angles GCO, CGO, ſont connus, on aura la valeur de CO & de l'ordonnée GO moitié de GL qui meſure le grand axe de l'Ellipſe qui repréſente la perpendiculaire à la Méridienne.

Pour trouver ſon petit axe qui, comme on l'a remarqué, eſt meſuré par la ligne OY élevée perpendiculairement du point O ſur le plan de l'Ellipſe $AGBD$ juſqu'à la ſurface de l'Ellipſoïde qui repréſente la Terre. Il faut conſidérer que cette ligne OY meſure en même tems l'ordonnée au petit demi-diametre CX de l'Ellipſe QXZ, dont le demi-axe QC eſt égal à la racine de AC^2 plus CM^2 moins CG^2, & l'on fera comme QC^2 eſt à CX^2 ou CM^2, ainſi le rectangle de QO par OZ ou de $QC-CO \times QC+CO$ eſt au quarré de OY qui meſure le petit axe de l'Ellipſe qui repréſente la perpendiculaire à la Méridienne. *Ce qu'il falloit chercher.*

* Soit préſentement l'Ellipſe GDN qui repré-

* Fig. 3.

préſente la perpendiculaire à la Méridienne pour la hauteur du Pole de 41 degrés, dont le grand demi-axe *GC* a été trouvé de 99553, & le petit axe *CD* de 98952 parties, dont le grand demi axe de l'Ellipſoïde de la Terre eſt de 100000, on trouvera d'abord la diſtance entre les foyers *E* & *F* de cette Ellipſe de 10831; & calculant par la méthode preſcrite dans le Traité de la grandeur & de la figure de la Terre, la valeur du premier degré qui ſe termine à l'extrémité *G* du grand axe *GN*, on le trouvera de 56477 toiſes, plus petit de 529 toiſes que celui du Méridien de la Terre qui eſt entre le 48 & 49me degré de latitude.

Ce degré peut être pris ſans erreur ſenſible pour l'arc *GO* d'un cercle dont le rayon *GR* ſera par conſéquent connu. Pour m'en aſſurer, j'ai cherché la diſtance *GR* du ſommet *G* de cette Ellipſe au point *R*, où la perpendiculaire tirée à une diſtance infiniment petite de l'axe *DG* doit rencontrer cet axe. Cette diſtance *GR* meſure le rayon d'un arc de cercle infiniment petit qui ſe confond avec l'Ellipſe, & je l'ai trouvée à un cinquante-millieme près du rayon de l'arc *GO* ſuppoſé circulaire, ce qui eſt une différence qu'on doit négliger.

Si l'on ſuppoſe que *GM* ſoit une portion de l'Ellipſe *GMN* qui repréſente un Méridien de la Terre, de maniere que *GM* comprenne le degré entre le 48 & le 49me de latitude que l'on a trouvé de 57006 toiſes. Le degré *GO* de l'Ellipſe perpendiculaire à ce Méridien, ayant été trouvé de 56477 plus petit

petit de 529 toiſes que le degré GM, il ſuit que l'arc GO doit être au dedans de l'arc GM; & ſuppoſant une Montagne GI telle que le rayon viſuel IO qui ſe termine à l'horizon de la Mer du côté de l'Orient ou de l'Occident, faſſe avec l'horizon rationel IP un angle PIO d'un degré, on trouvera dans le triangle ROI rectangle en O le rapport entre le rayon RO ou RG & RI, dont la différence eſt exprimée par GI. L'ajoutant au rayon SG de l'arc GM, portion de la plus grande Ellipſe, on aura SI, & dans le Triangle SMI rectangle en M, dont les côtés SM, SI, ſont connus, on trouvera l'angle SIM dont le complément PIM meſure l'inclinaiſon du rayon viſuel IM qui ſe termine à l'horizon de la Mer dans la direction du Méridien, de $0^d\ 59'\ 43''$, plus petit de 17 ſecondes que l'angle PIO qui meſure cette inclinaiſon ſuivant un parallele; ce qui eſt une différence aſſez ſenſible pour être apperçue par des inſtrumens, puiſque nous avons fait voir que dans ces ſortes d'obſervations on peut parvenir à une préciſion plus grande que celle de 10 ſecondes.

On doit trouver encore une plus grande différence entre l'inclinaiſon du rayon viſuel dans les parties les plus méridionales de la France, telles que la Provence, le Languedoc & le Rouſſillon, où il y a des Montagnes d'où l'on découvre la Mer, encore beaucoup plus élevées que celles que nous avons employées dans cette recherche. Ainſi l'on pourra pratiquer cette méthode avec ſuccès en différens endroits de ce Royaume, pour re-

reconnoitre ſi la Terre eſt Sphérique ou Elliptique, & en quel ſens, ſuppoſé que l'inégalité entre les degrés ſoit telle que nous l'avons déterminée par les Triangles de la Méridienne.

Nous avons ſuppoſé, dans les exemples précédens, l'inclinaiſon du rayon viſuel qui ſe termine à l'horizon de la Mer d'un degré, tel qu'on doit l'appercevoir à la hauteur d'environ 500 toiſes. Comme il convient de ſavoir, pour les différentes hauteurs où l'on obſervera, quelle doit être la différence d'inclinaiſon ſuivant la direction du Méridien ou du Parallele, je l'ai calculée, & j'ai trouvé qu'elle n'augmentoit que ſuivant la proportion de la racine des hauteurs, en ſorte que ſi, par exemple, à une élévation de 500 toiſes il y a une différence de 40 ſecondes, il faudra une hauteur de 2000 toiſes pour que la différence ſoit le double, c'eſt-à-dire, de 1′ 20″. Mais par la même raiſon cette différence ſera encore fort ſenſible ſur des Montagnes beaucoup moins élevées, où on la trouvera, par exemple, de 20 ſecondes à la hauteur de 120 toiſes, & de 10 ſecondes à celle de 30 toiſes. Ainſi il n'y aura gueres de Caps ou d'Iſles près de l'Equateur où l'on ne puiſſe faire cette obſervation, & s'appercevoir ſi la Terre eſt Sphérique ou non.

Nous avons auſſi calculé quelle doit être la différence entre cette inclinaiſon ſuivant le rapport des degrés des Méridiens avec ceux de l'Equateur ou de la Perpendiculaire, & nous avons trouvé qu'ils augmentoient ou diminuoient en proportion arithmétique, de

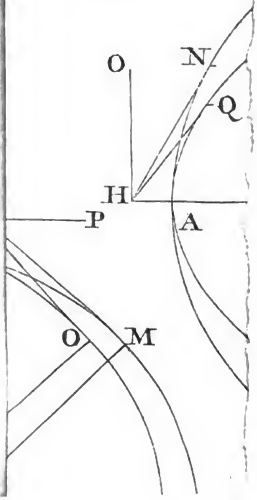
ſorte

ſorte que ſi, par exemple, le rapport entre ces degrés étant de 49 à 50, la différence eſt de 40 ſecondes, elle ne le ſera que de 20 ſecondes, lorſque ce rapport ſera comme 99 à 100.

Dans toutes ces recherches nous avons conſidéré les arcs de l'Ellipſe comme des portions de cercle. Cette ſuppoſition ne differe pas ſenſiblement de la véritable près de l'Equateur ou des Poles, où la grandeur des degrés ne varie pas ſenſiblement de l'un à l'autre; mais il peut y avoir quelque différence dans les degrés de la France, où leur variation monte à 31 toiſes. Ce ſeroit même un moyen de reconnoitre la figure de la Terre, & en quel ſens elle eſt allongée, ſi cette différence étoit aſſez ſenſible pour être apperçue par les inſtrumens; car comme la courbure d'un Méridien dans la ſuppoſition de la Terre allongée vers les Poles augmente à meſure qu'on s'en approche, il eſt certain que l'inclinaiſon du rayon viſuel doit être plus grande vers le Nord que vers le Midi. Mais comme la différence entre la grandeur des degrés ſous l'Equateur, qui eſt de 1200 toiſes, n'en produit qu'une de 38 ſecondes dans la différence de l'inclinaiſon, il ne doit y en avoir, ſuivant la règle que nous avons indiquée, qu'une d'une ſeconde ſur chaque degré du Midi au Nord, dont il eſt impoſſible de s'appercevoir. Cependant comme il convient de profiter de tous ſes avantages, on aura ſoin, lorsque l'horizon de la Mer ſera viſible tant du côté du Nord que vers le Midi, de préférer le Midi lorsque l'abbaiſſement

eſt

Fig. 1.



nent
elt

eſt plus grand dans le ſens du Parallele que dans le ſens du Méridien, auquel cas nous avons fait voir que la Terre étoit une Ellipſoïde, & de choiſir le Nord lorsque cet abbaiſſement eſt en ſens contraire.

OBSERVATIONS SUR LES PARHELIES

Par M. DU FAY.

LE premier Mai de l'année 1734, étant à la campagne j'apperçus le plus beau Parhelie que j'euſſe encore vu, ou plutôt le ſeul auquel j'euſſe fait juſques-là quelque attention; quelques jours après j'en vis un ſecond qui differoit du premier à pluſieurs égards. Cela m'a déterminé à obſerver dans le reſte de l'année tout ce qui m'a paru avoir quelque rapport à ce Phénomene, ou plutôt à ce Météore, & je crois que ſi l'on y faiſoit attention, on trouveroit qu'il eſt beaucoup plus ordinaire qu'on ne l'a cru juſqu'à préſent.

M. de Mairan a déja dit *qu'il y avoit apparence que tous les Parhelies étoient ſemblables, qu'ils n'étoient effectivement que le même, & qu'ils ne différoient que parce que les uns ſont plus complets que les autres; d'où M. de Fontenelle conclud avec lui, que ſi

* *Hiſt. de l'Acad.* 1721. *p.* 10.

ſi l'on avoit le plus complet de ces Météores qu'il ſoit poſſible, il les repréſenteroit tous, & on les étudieroit tous dans celui-là ſeul.

Je crois qu'on peut étendre cette généralité à toutes ces apparences connues ſous le nom de *Halo*, ou de Couronnes, que l'on peut regarder comme des Parhelies incomplets, & qui n'en diffèrent effectivement que parce qu'il manque plus ou moins des circonſtances néceſſaires pour les rendre plus parfaits.

Je vais rendre compte d'un aſſez grand nombre de ces Couronnes ou Halo que j'ai obſervés dans le cours de cette année, & j'y ajouterai quelques obſervations ſemblables qui m'ont été communiquées par M. de Muſſchenbroek, Profeſſeur de Mathématiques en l'Univerſité d'Utrecht, & Correſpondant de l'Académie. Je rangerai les unes & les autres ſuivant l'ordre du tems dans lequel elles ont été faites; mais comme je n'y ai pas apporté une attention bien ſuivie, il eſt fort vraiſemblable qu'il y en a beaucoup qui m'ont échappé, en ſorte que ce météore eſt peut-être un des plus communs de tous ceux que nous connoiſſons.

Le 15 Janvier, à 8 heures & demie, M. Muſſchenbroek obſerva à Utrecht une Couronne ou Halo autour de la Lune, le diametre de l'aire intérieure étoit de $46^d\ 24'$, la largeur de la zone étoit d'environ 2 degrés, & aſſez mal terminée; la Couronne, quoique parfaitement ronde, paroiſſoit ovale à l'œil ſimple; la Lune en occupoit le centre, le cercle intérieur paroiſſoit bleu, celui du milieu rouge, & l'extérieur blanc; l'aire intérieure étoit

plus

plus obſcure que le reſte du Ciel qui étoit couvert de nuages, on apperçut cependant une Etoile de la 1re grandeur: la Couronne diſparut à 10 heures.

A Harlem, le 23 Février, à 10h 20′ du matin, le Soleil étant élevé ſur l'horizon de 24d 18′, il parut entouré d'un Arc coloré, dont l'intérieur étoit rouge, le milieu bleu, & l'extérieur jaunâtre; le diametre de cet Arc étoit de 46d. On vit en même temps ſur cet Arc deux Parhelies, ou images du Soleil, qui étoient dans une ligne horizontale qui auroit paſſé par le centre du Soleil. Ces images étoient ovales, leur plus grand diametre étant parallele à l'horizon; cet allongement leur faiſoit excéder la largeur du limbe coloré tant en dehors qu'en dedans, mais principalement en dehors; elles étoient colorées de même que l'arc ſur lequel elles étoient appliquées, mais les couleurs en étoient plus vives. Il s'étendoit de ces images une queue ou trainée de lumiere parallele à l'horizon, qui étoit longue d'environ 30d, & qui avoit les mêmes couleurs que l'arc, mais ſi foibles, qu'on avoit peine à les diſtinguer. Il y avoit en même tems un ſecond arc coloré proche du Zénith, dont le cercle intérieur étoit rouge, celui du milieu bleu, & l'extérieur jaunâtre; le diametre de ce ſecond arc n'étoit pas toujours le même, car à 10h 20′, il étoit de 24d, à 11h de 30d, à 11h 20′ de 28d 30′, à 11h 45′ de 27d 45′. Le centre de ce ſecond cercle s'élevoit au deſſus de l'horizon à meſure que la hauteur du Soleil devenoit plus grande; à 10h 20′ il étoit élevé de 72 degrés,

à 11h

à 11h. de 73d 12', à 11h 20' de 73d 38', à 11h 45' de 74d 58'; le même changement se faisoit dans le cercle qui avoit le Soleil pour centre, & par conséquent dans la distance des Parhelies au Soleil qui, comme nous l'avons dit, étoit à 10h 20' de 23d; à 11h elle n'étoit plus que de 19d 50', à 11h 20' de 19d, & à 11h 45' de 18d 30'. A midi les couleurs de ces arcs & de tout le phénomene étoient tellement affoiblies, qu'on ne pouvoit plus les distinguer.

A Leyde, le 19 Mars, on apperçut deux Paraselenes entourés de leurs cercles à l'ordinaire; mais cette observation ne fut faite qu'à la vue simple, & je n'en ai aucun détail.

A Utrecht, le 14 Avril, sur les 10 heures & demie du soir, il parut deux Couronnes autour de la Lune, elles étoient colorées, & n'étoient pas à plus de 2 degrés de distance l'une de l'autre; le diametre de la plus grande étoit d'environ 12 degrés, la Lune étoit alors entourée d'une nuée assez épaisse qui fut entierement dissipée, de même que les deux Couronnes, sur les 11 heures.

Le 1er Mai, à 6 heures du soir, le vent au Nord-est & le Ciel un peu embrumé, étant au Tremblay, qui est à quatre lieues de Paris vers le Nord-est, nous apperçumes M. de la Condamine & moi, le phénomene qui a donné occasion à ce Mémoire; on voyoit un Cercle semblable à l'Arc-en-Ciel, qui environnoit le Soleil, les couleurs étoient disposées en cette sorte; le rouge étoit intérieur, l'orangé ensuite, le jaune, le verd & le bleu; le Soleil étoit alors élevé sur l'horizon

rizon de 14 degrés 30 minutes, le rayon du Cercle dont le Soleil occupoit le centre, paroiſſoit être de 25 degrés ; on voyoit plus de la moitié de ce Cercle, ou environ 220 degrés ; ſa partie inférieure ſe perdoit abſolument dans les nuages, tel qu'on le voit en *A*, *B*. On voyoit en même tems une portion d'environ 90 degrés d'un ſecond Cercle *C*, *D*, concentrique au premier, dont il paroiſſoit éloigné à peu près de la longueur du rayon du Cercle intérieur, en ſorte que le rayon de ce ſecond Cercle étoit double de celui du premier ; les couleurs étoient diſpoſées dans le même ordre que celles du premier Cercle, c'eſt-à-dire, que le rouge étoit intérieur.

Un troiſieme Cercle, dont le centre paroiſſoit au Zénith, touchoit ce ſecond au point *C*, & avoit les couleurs dans un ordre renverſé, en ſorte que le rouge étoit extérieur, & venoit ſe confondre avec le bleu du Cercle *C*, *D* ; le rayon de ce Cercle étoit d'environ 25 degrés, & on voyoit aſſez diſtinctement plus de la moitié de ſa circonférence, tel qu'on le voit en *E*, *F*.

A 6^{h} 20 il parut dans le 1er Cercle *A*, *B*, au point *G*, une image du Soleil aſſez vive, mais dont le diſque étoit mal terminé à cauſe des nuages, & un inſtant après il en parut une ſemblable dans le même Cercle en *H*, encore moins vive que celle du côté du Midi : la ligne horizontale qu'on auroit tirée de l'un à l'autre de ces deux Soleils, auroit paſſé au-deſſus du Soleil véritable, en ſorte que

l'arc compris entre ces deux images n'étoit que d'environ 170 degrés.

A 6^h $25'$ la portion du Cercle C, D, commençoit à s'effacer, & on n'en voyoit plus que quelques traces vers le point D. Il parut alors un nouveau Soleil en K dans la partie ſupérieure du Cercle A, B; il étoit encore plus mal terminé que les deux autres, & ne ſe diſtinguoit que par une lumiere qui de tems en tems étoit aſſez vive; les Cercles s'effacerent enſuite peu-à-peu; à 6^h $42'$ le Cercle A, B, l'étoit preſque entierement, on appercevoir encore néanmoins le Soleil d'en-haut, & celui du côté du Midi: quelques minutes après, le Cercle du Zénith diſparut entierement, & peu après il ne reſta plus aucune trace du phénomene. Le pied de vent étoit Eſt & Oueſt, & les nuages qui ſe réuniſſoient en forme de rayons à l'Oueſt, troubloient extrêmement ces Cercles, & en faiſoient diſparoître de tems en tems des portions conſidérables. Le Cercle A, B, qui environnoit le Soleil, & celui du Zénith, nous parurent conſerver juſqu'à la fin leur même grandeur; mais la portion de Cercle C, D, s'étant aſſez promptement effacée, nous ne pumes pas obſerver ſi, à meſure que le Soleil baiſſoit, ce Cercle conſervoit ſon même diametre, & ſi par conſéquent il ſe détachoit du Cercle du Zénith, ou s'il continuoit de toucher ce Cercle, ce qu'il ne pouvoit faire qu'en augmentant de diametre à meſure que le Soleil approchoit de l'horizon.

Le 16 Mai j'obſervai à Paris un ſecond Parhe-

Parhelie moins beau que le précédent, & qui en étoit un peu différent à quelques égards. A 6^{h} 50$^{'}$ du ſoir j'apperçus à la diſtance d'environ 25 degrés au-deſſus du Soleil une lumiere vive qui ſortoit d'un amas de nuages, & qui me parut aſſez ſemblable à ces images du Soleil que l'on voit dans les Parhelies. Quelques minutes après il parut une trainée de lumiere qui partoit du Soleil, & s'étendoit verticalement juſqu'à cette image: à 6^{h} 55$^{'}$ cette image devint plus vive, & on apperçut diſtinctement les couleurs de l'Iris dans une portion d'arc de 5 ou 6 degrés; à 7^{h} 2$^{'}$ il parut à gauche, c'eſt-à-dire vers le Midi, une portion du même arc pareillement coloré, qui étoit d'abord d'environ 30 degrés, & qui varia enſuite, & fut tantôt de 40, de 50, & s'étendit même quelquefois juſqu'à 90 degrés, c'eſt-à-dire, juſqu'à ce point lumineux qui conſervoit toujours ſa même diſtance au Soleil, & ſa même vivacité. A 7^{h} 20$^{'}$ la trainée de lumiere qui étoit au-deſſus du Soleil avoit diſparu, mais la lumiere ſupérieure & l'arc étoient encore ſenſiblement colorés. A 7^{h} 26$^{'}$ cette lumiere diſparut à ſon tour, mais l'arc étoit encore viſible. A 7^{h} 32$^{'}$ la trainée de lumiere a reparu, l'arc étoit encore ſenſiblement coloré; le Soleil s'eſt couché à 7^{h} 36$^{'}$, la trainée de lumiere verticale étoit très vive, & l'arc viſible. A 7^{h} 40$^{'}$ le cercle étoit encore coloré vers le haut, mais le reſte ne paroiſſoit plus; la lumiere verticale ſubſiſtoit toujours, & même augmentoit en vivacité. A 7^{h} 42$^{'}$ on ne voyoit plus rien du cercle, la lumiere verticale ſubſiſtoit, & elle a été

ſenſible juſqu'à 7^h 51 ou 52' qu'elle s'eſt entierement confondue avec le crépuſcule; les couleurs de cet arc étoient dans le même ordre que celles du Parhelie précédent, c'eſt-à-dire que le rouge étoit en dedans. Je n'ai apperçu aucun autre cercle concentrique à celui-là, ni au Zénith, non plus que d'autre image du Soleil; le Ciel étoit parſemé de nuages rares, & les couleurs étoient moins vives & plus ſouvent interrompues que dans le phénomene du premier de ce mois.

Le 18 du même mois il parut auſſi pendant une partie de la journée un Cercle entier autour du Soleil, je l'obſervai depuis $11^h \frac{3}{4}$ du matin juſqu'à $4^h \frac{1}{2}$ après midi. Ce Cercle paroiſſoit avoir environ 23 degrés de rayon, & étoit foiblement coloré, mais on voyoit diſtinctement que le rouge étoit intérieur; toute l'aire compriſe dans la circonférence de ce Cercle paroiſſoit plus brune que le reſte du Ciel; le vent étoit au couchant, & le Ciel parſemé de nuages rares qui faiſoient diſparoitre de tems en tems des portions de ce Cercle, & l'effacerent entierement ſur les quatre heures & demie.

Le 7 Juin, à $6^h \frac{1}{2}$ du ſoir, on vit à Paris une foible apparence de Halo, ou Cercle coloré, autour du Soleil, qui diſparut au bout d'un quart d'heure.

Le lendemain, à $5^h \frac{1}{2}$ du ſoir, je vis-à-peu-près la même choſe, ce qui dura environ une demi-heure.

Le 10 du même mois, à $3^h \frac{1}{2}$, il parut une portion de Cercle un peu plus grande, & qui dura à-peu près le même tems.

Le

Le 12, à 6 heures du soir, le demi-Cercle entier a paru avec ses couleurs assez vives, il en a disparu de tems en tems des portions qui ont reparu ensuite. A 7 heures il étoit revenu à peu près aussi entier qu'au commencement de l'observation, & il a demeuré en cet état jusqu'à $7^h \frac{1}{2}$.

Le 16 Juin, à 5^h 20', étant au Tremblai, j'apperçus autour du Soleil quelques traces d'un Cercle coloré, 10 minutes après il étoit plus formé; il a duré environ 2 heures, augmentant de tems en tems. J'ai vu quelquefois le demi-Cercle entier, les couleurs étoient peu sensibles & assez mal terminées; cependant j'ai mesuré son diametre avec un Sextant de 3 pieds de rayon, & il m'a paru avoir 45 degrés.

Le lendemain, à 10 heures du matin, j'apperçus un Cercle entier autour du Soleil, il étoit mieux terminé que celui de la veille, & les couleurs plus sensibles; je pris son demi-diametre tant par la partie supérieure que par l'inférieure avec le Sextant, & il me parut assez exactement de 22^d 30'. Le même Cercle parut la plus grande partie de la journée, principalement à midi & à 3 heures; le Ciel fut presque toujours embrumé, comme il l'est lorsqu'il y a des Halo ou des Parhelies.

Le 18, sur les $6^h \frac{1}{4}$ du soir, il parut à la droite & à la gauche du Soleil deux portions de Cercle coloré, chacune d'environ 18 à 20 degrés; je mesurai le rayon de la portion vers le Sud, qui étoit le mieux terminée, & je la trouvai, comme à l'ordinaire, de 22^d 30' à compter du centre du Soleil jusqu'au

Cercle intérieur qui eſt toujours rouge. Dans toutes ces obſervations la Zone compoſée des trois couleurs m'a paru large d'environ un degré & demi de grand cercle.

Le 20, à $9^h \frac{1}{4}$ du matin, j'apperçus deux portions de Cercle, l'une d'environ 90 degrés qui étoit au deſſus du Soleil, & l'autre au deſſous qui avoit 60^d ou environ; les couleurs en étoient diſpoſées à l'ordinaire, & fort diſtinctes. Ce Cercle ou Halo étoit formé dans des nuages ſi déliés qu'on avoit peine à les appercevoir, ils paroiſſoient beaucoup plus élevés que les autres, & on en voyoit paſſer fréquemment d'aſſez gros & blancs au deſſous de ce Cercle, ce qui le faiſoit diſparoître & reparoître de tems en tems; je l'ai obſervé de la ſorte pendant environ une heure, après quoi le Ciel s'eſt entierement couvert. Le même jour l'arc reparut l'après-midi, il étoit beaucoup plus étendu, mais les couleurs en étoient moins vives & moins diſtinctes.

Le 29 Juin, un peu avant le coucher du Soleil, il parut une Lumiere perpendiculaire qui aboutiſſoit par ſa partie inférieure à un endroit plus clair que le reſte, & ſupérieur au Soleil d'environ la diſtance ordinaire à laquelle ſont les cercles colorés; cela dura plus d'une demi-heure: ce phénomene étoit viſiblement une portion d'un ſemblable à celui que j'avois obſervé le 16 Mai.

Le 1er Juillet, il parut ſur les 2 heures après midi, plus des trois quarts d'un Cercle coloré aſſez diſtinctement: je n'eus pas occaſion de le meſurer, mais il me parut de la gran-

grandeur ordinaire; il dura environ une heure; le Ciel étoit embrumé de nuages rares, comme il l'eſt toujours lors de ces apparences.

Le 3 Juillet à 9 heures du matin, il y eut un pareil Cercle, mais moins coloré, parce que le Ciel étoit couvert de nuages plus opaques que ceux du 1er.

Le 10 du même mois, ſur les 11 heures du matin, il parut un Cercle tout entier, de la grandeur ordinaire; les couleurs étoient aſſez diſtinctes; il dura près d'une heure; le Ciel étoit embrumé à l'ordinaire; l'intérieur du Cercle étoit plus brun que le reſte du Ciel.

Le 14 ſur les 6 heures du ſoir, il parut à pluſieurs repriſes des portions de Cercle coloré à l'ordinaire: le Ciel étoit embrumé, mais chargé de gros nuages qui faiſoient diſparoître à tout moment quelque partie de ce Cercle.

Le 16, le 19, & le 20 Août, il y a eu vers les 11 heur. du matin, des portions de Cercles colorés, plus ou moins grandes, & peu diſtinctes: le Ciel fut embrumé pendant preſque tous ces trois jours; je n'avois rien apperçu de ſemblable depuis plus d'un mois, auſſi le Ciel n'y avoit-il preſque jamais été propre.

Le 24 Août à 6 heures après midi, je vis une portion de Cercle médiocrement coloré: il faiſoit alors un très grand vent.

Le 3 Septembre étant à Bruxelles, je vis ſur les 2 heures après midi, quelques portions de Cercle coloré dont les couleurs étoient aſſez diſtinctes.

Le lendemain à Breſcat, village qui eſt à 2 lieues au-delà d'Anvers, j'apperçus ſur le midi, un Cercle preſque entier autour du Soleil; les couleurs en étoient vives & aſſez diſtinctes.

Le 5 à 10 heures du matin, étant ſur un Vaiſſeau entre Yſſelmonde & Rotterdam, je vis autour du Soleil le Cercle bien entier, avec les couleurs diſtinctes.

Le 14 Octobre, M. Muſſchenbroeck vit à Utrecht la Lune entourée d'une Couronne dont le diametre intérieur étoit exactement de 44 degrés; mais la largeur du limbe ne put être exactement obſervée, parce qu'elle étoit trop mal terminée.

Le 23 Octobre, proche Picquigny en Picardie, ſur les 11 heures du matin, il a paru une très petite portion d'Arc coloré, mais qui l'étoit auſſi vivement & auſſi diſtinctement que l'Arc en-Ciel l'eſt ordinairement; il avoit le Soleil pour centre, & il en étoit éloigné de la diſtance ordinaire de ces ſortes de Cercles. Cette portion d'Arc fut viſible pendant une demi-heure, toujours également bien colorée, & ſans occuper, du moins ſenſiblement, un plus grand, ou un moindre eſpace. Je n'ai vu aucun de ces Cercles, ou portions de Cercles, dont les couleurs fuſſent auſſi vives.

Le 8 Novembre, il parut à Paris ſur le midi, & pendant pluſieurs heures enſuite, des portions de Cercle mal terminées, & peu colorées; elles parurent & diſparurent à pluſieurs repriſes, & étoient interrompues très fréquemment, tant par le paſſage des nuages

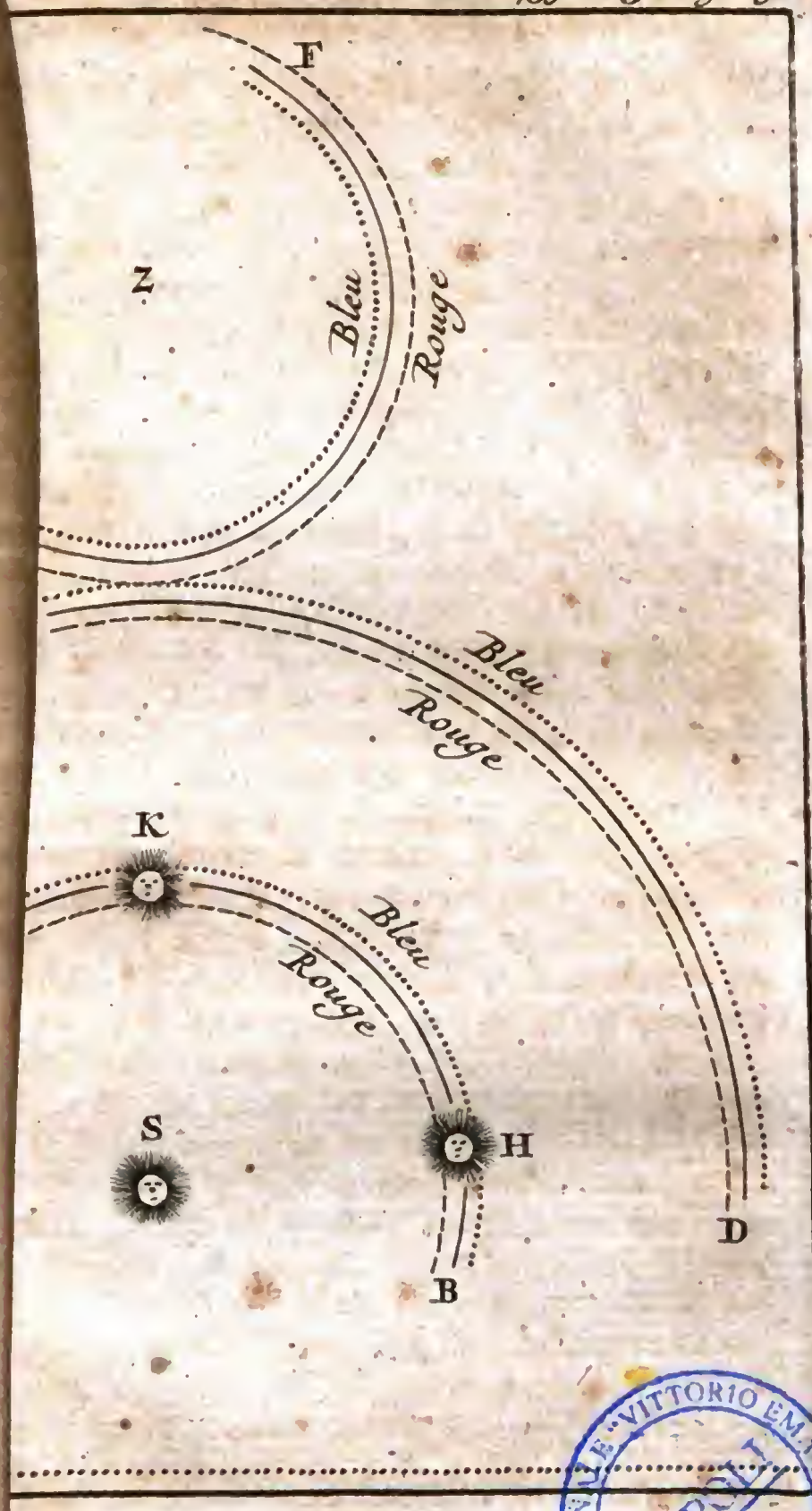
nuages ſitués dans une région plus baſſe, que par la diſſipation de ceux mêmes qui formoient le Météore.

Voilà donc depuis le 15 Janvier juſqu'au 8 Novembre, 27 de ces Météores, que l'on peut nommer *Parhelies incomplets*, & il eſt très poſſible qu'il y en ait encore eu beaucoup d'autres qui m'ont échappé. Il y a ſouvent eu dans le cours de cette année, pluſieurs jours de ſuite où le Ciel étoit tellement couvert de nuages qu'il ne ſe pouvoit former aucunes de ces apparences: un Ciel très ſerein, & trop dénué de vapeurs, n'y eſt pas plus propre que lorſqu'il eſt couvert; & ſi je puis hazarder quelques conjectures fondées ſur les obſervations dont je viens de rendre compte, je crois qu'on ne doit s'attendre à voir ces Météores, ſoit complets, ſoit incomplets, que lorſque le Ciel eſt rempli de ces nuages rares qui ne couvrent point le Soleil, mais qui ne font qu'affoiblir un peu ſes rayons, & ſur tout lorſque le Soleil approche de l'horizon, parce qu'il s'y rencontre en plus grande abondance des vapeurs propres à produire les réflexions & les réfractions néceſſaires. Il eſt vrai que quelquefois ces vapeurs ſont tellement répandues par-tout, que l'on voit de ces Cercles colorés autour du Soleil, quoiqu'il ſoit à ſa plus grande hauteur: mais il eſt ſi néceſſaire que le Ciel ſoit embrumé de la maniere que nous venons de décrire, que toutes les fois que j'ai vu de pareils nuages, je n'ai pas manqué d'appercevoir quelques portions de Halo plus ou moins étendues, & plus ou moins diſtinctes,

ſuivant que les nuages étoient plus ou moins également diſtribués autour du Soleil.

J'ajouterai encore une circonſtance que je crois eſſentielle à la formation de ces Météores: c'eſt qu'il me ſemble qu'il faut que les nuages dans leſquels ils ſont formés, ſoient à une certaine diſtance de la Terre; & cette diſtance me paroît plus grande que celle à laquelle ſont les nuages ordinaires, qui ſont plus opaques & plus denſes que ceux-là. Je fonde cette opinion ſur ce que j'ai ſouvent vu des nuages paſſer au-deſſous de cette brume colorée, & que je n'en ai jamais vu au-deſſus, ce qui ſeroit très aiſé à diſtinguer. Je crois donc que toutes les fois que le Ciel ne ſera pas trop couvert de nuages, ou trop ſerein, & qu'il ſe trouvera de ces nuages déliés à une certaine diſtance de la Terre, qui eſt peut-être aſſignable, il ſe formera des Parhelies. Mais comme la nature des nuages eſt telle qu'ils varient très conſidérablement de denſité, de peſanteur, & par conſéquent de diſtance à la Terre, le Parhelie, qui ſeroit complet ſi tous ces nuages étoient à la diſtance néceſſaire pour former les réfractions qui lui donnent la naiſſance, n'eſt qu'une Couronne blanchâtre, un Cercle, ou une portion de Cercle coloré, une trainée de Lumiere, une image du Soleil répétée, ou quelqu'autre apparence faiſant partie du Parhelie complet, ſuivant que ces nuages ſeront répandus dans une plus grande, ou une moindre partie du Ciel.

Si donc on réuniſſoit toutes les obſervations de Parhelies, ou de ſemblables phénomenes



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
NAPOLI

oins

que je
ces Mè-
faut que
nès, soient
e; & cette
que celle à
tes, qui sont
e ceux-là. Je
ue j'ai souvent
s de cette bru-
i jamais vu au-
à distinguer. Je
s que le Ciel ne
nuages, ou trop
de ces nuages dé-
de la Terre, qui
l se formera des
nature des nuages
s considérablement
& par conséquent
e Parhelie, qui se-
nuages étoient à la
former les réfrac-
la naissance, n'est
hâtre, un Cercle, ou
e coloré, une trainée
e du Soleil répétée, ou
faisant partie du Parhe-
que ces nuages seront
us grande, ou une moin-

oit toutes les observa-
ou de semblables phéno-
menes

menes, ſur l'exactitude deſquelles on peut compter, & qui ont quelque différence eſſentielle, ce ſeroit alors que l'on pourroit tracer l'image de ce Parhelie complet, qui vraiſemblablement n'a jamais paru tout entier par la difficulté, ou peut-être l'impoſſibilité qu'il y a que toutes les circonſtances néceſſaires ſe puiſſent rencontrer enſemble, mais que je regarde avec M. de Mairan comme la baſe ou le principe de tous ces Parhelies incomplets; & cela ſerviroit ſans doute à trouver avec plus de facilité, la cauſe exacte de ce Météore, à toutes les apparences duquel il eſt preſque impoſſible de ſatisfaire par l'ingenieux Syſtême de M. Huygens. Les Paraſelenes tiennent certainement à la même cauſe; mais je n'en parle point, n'ayant pas eu occaſion d'en obſerver cette année, & n'en ayant même jamais vu que des portions très imparfaites.

SUR LA FIGURE DE LA TERRE.

Par M. DE MAUPERTUIS. *

I. JE lus l'année paſſée dans nos Aſſemblées, un Mémoire dans lequel j'examinois les moyens que l'Aſtronomie & la Géographie fourniſſent pour déterminer la figure de la Terre. Entre autres Problêmes qui ſe trouvent dans ce Mémoire, j'y en donne

* 8 Juin 1735.

donne un pour déterminer le rapport de l'axe de la Terre au diametre de l'Equateur, par des meſures priſes ſur un Méridien; mais comme ſa ſolution dépend des ſuites infinies, en voici une beaucoup plus facile & plus pratiquable.

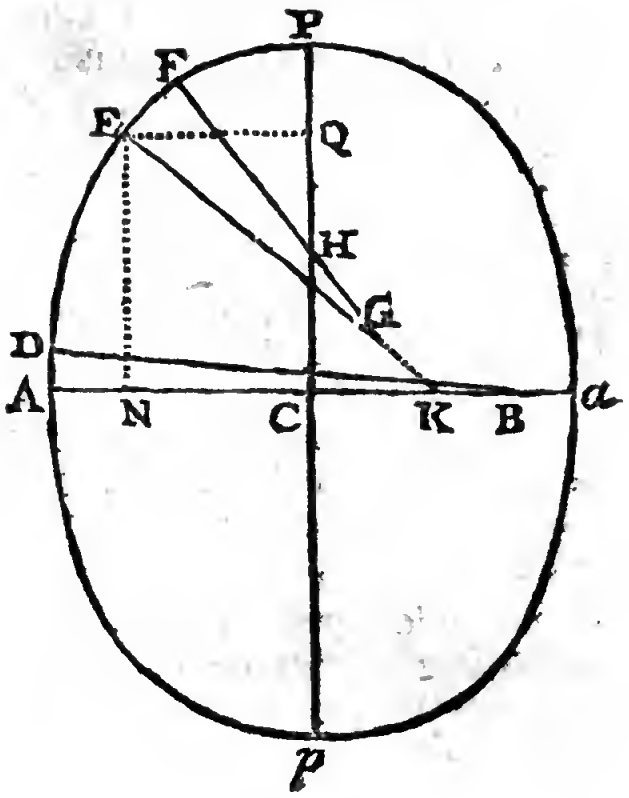
L'inégalité de deux arcs du Méridien dont on connoit les latitudes, étant connue, il s'agit de déterminer la figure de l'Ellipſoïde; & ce Problême une fois réſolu, on peut facilement réſoudre pluſieurs queſtions qui autrement ne pourroient être réſolues que par de fauſſes poſitions & des calculs fort pénibles.

Enfin, par la méthode que je vais donner, on verra ce qu'on peut compter ſur les meſures actuellement priſes pour décider la fameuſe queſtion qui partage aujourd'hui les Mathématiciens ſur la figure de la Terre. On verra quel doit être l'allongement ou l'applatiſſement de la Terre, pour qu'il puiſſe être découvert avec certitude par des obſervateurs qui opérent dans des lieux donnés; & conſidérant cet allongement ou applatiſſement comme donné, on verra juſqu'où doivent aller des obſervateurs pour le découvrir d'une maniere certaine.

Voici l'analyſe dont je me ſers pour cela.

II. Soit la demi-Ellipſe PAp qui repréſente le Méridien d'un Ellipſoïde, dont l'axe eſt Pp, & le diametre de l'Equateur Aa; ſoit $CA=1$ & $CP=m$, $CN=x$, $EN=y$.

On a par la nature de l'Ellipſe $y=m\sqrt{(1-xx)}$ la perpendiculaire $EK=m\sqrt{(1-xx+mmxx)}$, & le rayon de la développée



velopée $EG = \frac{1}{m}(1 - xx + mmxx)^{\frac{1}{2}}$.

Soit maintenant le ſinus de l'angle AKE qui eſt l'angle de la latitude $= f$ pour le rayon $= 1$, on a $1 . f :: m\sqrt{(1 - xx + mmxx)} . m\sqrt{(1 - xx)}$, ou $xx = \frac{1 - ff}{1 - ff + mmff}$; & mettant cette valeur dans l'expreſſion du rayon de la dévelopée, on a $EG = \frac{mm}{(1 - ff + mmff)^{\frac{3}{2}}}$.

Comparant maintenant deux arcs du Méridien, l'un AD qui commence à l'Equateur avec un autre EF quelconque, mais dont les amplitudes ſoient les mêmes, & ne ſoient

pas grandes comme deux arcs chacun d'un degré, on a $AD.EF :: AB.EG$, ou (nommant A le 1er degré de latitude, & E le degré en E) on a $A.E :: mm. \frac{mm}{(1-ff+mmff)^{\frac{1}{2}}}$, ou $A.E :: (1-ff+mmff)^{\frac{1}{2}} 1$, ou $E = A \times (1-ff+mmff)^{-\frac{1}{2}}$.

Cette Equation exprimant la relation entre le 1er degré de latitude, un degré quelconque, sa latitude, le diametre de l'Equateur & l'axe, contient la solution de toutes les questions qu'on peut faire sur cette matiere, en faisant varier celles qu'on voudra de ces cinq choses, & voyant ce que deviennent les autres.

III. Mais pour rendre encore cette Equation plus simple, il faut remarquer que si la Terre est un Ellipsoïde, cet Ellipsoïde doit être fort approchant de la Sphere. Rien ne le prouve mieux que le doute où l'on est encore, si l'Ellipsoïde est allongé ou applati vers les Poles.

Si maintenant on éleve actuellement la quantité $1+\overline{mm-1}ff$ à la puissance $-\frac{3}{2}$, on aura $E = A \times [1-\frac{3}{2}(mm-1)ff+\frac{15}{8}\overline{(mm-1)ff}^2 - \&c.]$ ou $A-E = \frac{3}{2}(mm-1)Af^2 - \frac{15}{8}(mm-1)^2 Af^4 + \&c.$ Or m différant fort peu de 1, on peut négliger dans cette suite tous les termes qui sont multipliés par les puissances de $mm-1$, & notre Equation, pour ce qui regarde la Terre, devient

$2A-$

$2A-2E=3(mm-)$. Aff, ſoit que l'Ellipſoïde ſoit allongé, ſoit qu'il ſoit applati.

IV. Si l'on ſuppoſe la Terre applatie vers les Poles $1>m$ & $E>A$, & l'on a $E-A.Aff :: 3(1-mm).2$; d'où l'on tire ce que M. Newton a dit ſur l'augmentation des degrés de latitude. Sa propoſition eſt: *Quod incrementum ponderis pergendo ab Æquatore ad Polos, ſit quam proximè ut ſinus verſus latitudinis duplicatæ, vel quod perindè eſt, ut quadratum ſinus recti latitudinis, & in eâdem circiter ratione augentur arcus graduum latitudinis in Meridiano.*

Ce beau Théorême ſe trouve ſans démonſtration dans le Livre de M. Newton, & même après ce qu'en a dit M. Gregori, il me ſemble qu'il avoit encore beſoin d'être démontré.

Quoique ce qui regarde l'augmentation des poids ſoit facile à démontrer par une analyſe à peu près ſemblable à celle que j'ai ſuivie, je n'en parle point ici, parce que cette augmentation, comme l'a traitée M. Newton, dépend de ſa théorie de l'Attraction; & je reviens à mon Equation, qui eſt indépendante de tout ſyſtême.

M. Newton, pour conſtruire ſa Table des longueurs du Pendule & des degrés de latitude, avoit des moyens dont nous ne voulons point nous ſervir ici. Sa théorie de la peſanteur lui donnoit le rapport des deux axes, & ſa propoſition lui donnoit le rapport dans lequel croiſſent les degrés de latitude; cela lui ſuffiſoit pour conſtruire facilement ſa Table.

Mais ſi l'on ne veut partir d'aucun ſyſtê-

me, & qu'on veuille uniquement s'en rapporter aux obſervations, nous avons beſoin d'une Equation qui embraſſe tous les élémens qui entrent dans cette matiere.

Comme l'Equation que nous avons trouvée contient le 1er degré de latitude, un autre degré quelconque avec ſon ſinus, le diametre de l'Equateur & l'axe, il eſt facile d'en conclure juſqu'à quel point les voyages ſont utiles ou néceſſaires, & juſqu'à quelle diſtance ils doivent être faits, dès qu'on ſera convenu de la plus grande erreur que puiſſent commettre d'habiles obſervateurs.

V. On peut commettre des erreurs de deux ſortes dans la meſure des degrés de la Terre; les unes dans les angles qu'on obſerve entre les objets terreſtres, ſous leſquelles je range encore l'écart de la Ligne Méridienne; les autres dans l'obſervation de la diſtance des Etoiles au Zénith.

Pour remédier à ces dernieres, on en diminue l'effet, en les répandant ſur pluſieurs degrés, ſur chacun deſquels elle ne peut cauſer qu'une altération d'autant moindre, que le nombre des degrés qu'on prend entre les deux termes des obſervations eſt plus grand. Si la Terre étoit parfaitement ſphérique, ce remede ne laiſſeroit, pour ainſi dire, rien à deſirer. Mais ſi elle ne l'eſt pas, ſi ſes degrés ſont tous inégaux, l'opération eſt toujours bonne pour trouver aſſez exactement la valeur du degré moyen entre tous ceux dont on a la longueur totale; mais ſi la Terre n'eſt pas ſphérique, & que l'on veuille juger de la différence qu'il peut y avoir entre ſes degrés, cette

cette opération pourroit bien n'être pas la plus convenable. Il eſt bien vrai que l'erreur qui réſulte de l'obſervation de la latitude, ſe répandant ſur pluſieurs degrés, ſera diminuée ſur chacun; mais l'opération même qui apporte le remede à ce genre d'erreur, produira une autre erreur, en ce qu'elle traite comme égaux des degrés qui ne le ſont pas.

VI. Il faut donc comparer l'effet de cette erreur à l'effet de la premiere, & examiner laquelle des deux eſt la plus dangereuſe, laquelle eſt la plus capable de nous empêcher de découvrir ſi les degrés de la Terre ſont inégaux.

Il faut voir, pouvant diſpoſer d'un certain arc du Méridien, dont on a la longueur actuelle, & ſur lequel on peut obſerver les latitudes juſqu'à une certaine préciſion, il faut voir lequel convient le mieux; de partager cet arc en deux ſommes de degrés ſur leſquels on répandra l'erreur commiſſible dans les obſervations faites à leurs extrémités, ou de meſurer ſeulement chacun des degrés des extrémités de l'arc du Méridien avec toute l'erreur commiſſible dans les quatre opérations.

Mais on peut partager l'arc total de bien des manieres; & ſi au-lieu de le partager en deux ſommes égales de degrés, on le partage inégalement, on peut, par des raiſonnemens ſemblables aux précédens, comparer enſemble les différentes manieres de le partager, & voir laquelle eſt la plus avantageuſe.

VII. Soient 8 degrés conſécutifs $a.\ a+b.$ $a+b+c.\ a+b+c+d.\ a+b+c+d+e.$ $a+b+c+d+e+f.\ a+b+c+d+e+f+g.$

$a+b$

$a+b+c+d+e+f+g+h$, & l'erreur commiſſible à chaque opération $=\vartheta$.

1°. Si l'on prend la différence du premier au dernier avec toute l'erreur commiſſible, on trouvera $b+c+d+e+f+g+h-4\vartheta$; & ſi l'on ſuppoſe que dans un arc de 8 degrés la différence d'un degré à l'autre ne change pas ſenſiblement, on aura pour la différence du 1er degré au dernier, $7d-4\vartheta$.

2°. Si l'on partage l'arc total en deux ſommes, telles que la 1re ſoit de 2 degrés, & la 2de de 6 degrés, on aura avec toute l'erreur commiſſible le degré moyen de la 1re ſomme $=\frac{2a+b+2\vartheta}{2}$ ou $\frac{6a+2b+6\vartheta}{6}$, & le degré moyen de la 2de $=\frac{6a+6b+6c+5d+4e+3f+2g+h-2\vartheta}{6}$, & la différence entre ces 2 degrés ſera $\frac{3b+6c+5d+4e+3f+2g+h-8\vartheta}{6}$ ou $\frac{24d+8\vartheta}{6}=\frac{12d-4\vartheta}{3}$ ou $4d-\frac{4}{3}\vartheta$.

3°. Mais ſi on partage les 8 degrés en deux ſommes égales, on aura le degré moyen de la premiere ſomme $=\frac{4a+3b+2c+d+2\vartheta}{4}$, le degré moyen de la ſeconde $=\frac{4a+4b+4c+4d+4e+3f+2g+h-2\vartheta}{4}$, & la différence entre ces deux degrés $=\frac{+b+2c+3d+4e+3f+2g+h-4\vartheta}{4}$ ou $\frac{16d-4\vartheta}{4}$ ou $4d-\vartheta$.

Pro-

Prenons maintenant d pour 30 toiſes & 9 pour 64 toiſes. La 1re opération donne pour la différence du 1er au dernier degré $7d-49$ ou $210-256$. D'où l'on voit qu'elle eſt inſuffiſante pour découvrir dans cette hypotheſe l'inégalité des degrés, puiſque ce qui réſulte de l'erreur commiſſible peut être plus grand que ce qui réſulte des différences réelles.

La 2de opération, qui eſt à-peu-près celle que M. Caſſini a faite dans ſa meſure de la Terre, nous a donné $4d-\frac{4}{3}9$; d'où l'on voit qu'elle eſt ſuffiſante pour découvrir l'inégalité des degrés tant que 49 ne ſurpaſſera pas $12d$, ou que 9 ne ſurpaſſera pas $3d$; c'eſt-à-dire, que ſi la différence des degrés en France eſt de 30 toiſes, cette opération peut ſupporter une erreur de 90 toiſes à chaque obſervation de latitude, ſans que la concluſion qu'on en tire pour l'allongement ou l'applatiſſement en général ſoit fauſſe.

Mais la 3me opération qui partage l'arc en deux ſommes égales, nous a donné $4d-9$; d'où l'on voit qu'elle eſt plus favorable pour découvrir l'inégalité des degrés, puiſqu'elle peut ſupporter une erreur de 120 toiſes à chaque obſervation de latitude.

Si donc on eût fait vers Bourges les mêmes opérations qu'on a faites à Paris, pour comparer les différences en latitude avec les diſtances meſurées ſur la Méridienne, les opérations euſſent été plus avantageuſes.

VIII. J'acheverai ce que j'avois à dire ſur cette matiere, par chercher le lieu de la Terre, où la différence entre deux degrés conſécutifs,

ſécutifs, ou deux petits arcs quelconques d'une même amplitude, eſt la plus grande.

* EF repréſentant un degré de latitude, il faut chercher le point où dEF eſt un *maximum*, pendant que l'angle EGF ou $\frac{EF}{EG}$ demeure conſtant. On a donc $EG \times dEF = EF \times dEG$, ou $dEF = \frac{EF \times dEG}{EG}$, ou (à cauſe de $\frac{EF}{EG}$ conſtant) dEF comme dEG, $ddEF$ comme $ddEG$, qui doit être $= o$, afin que dEF ſoit un *maximum*. Il faut donc qu'au point qu'on cherche, l'angle de contingence étant conſtant, la 2de différence du rayon de la dévelopée ſoit $= o$. Or (*Art. II.*) dans notre Ellipſoïde le rayon de la dévelopée eſt $EG = \frac{mm}{(1 - ff + mmff)^{\frac{3}{2}}}$, ou (faiſant $mm - 1 = nn$) $EG = mm(1 + nnff)^{-\frac{3}{2}}$, & dEG comme $(1 + nnff)^{-\frac{5}{2}} \times fdf$, & $ddEG$ comme $-5(1 + nnff)^{-\frac{7}{2}} \times nnffdf^2$, $+(1 + nnff)^{-\frac{5}{2}} \times df^2$, $+(1 + nnff)^{-\frac{5}{2}} \times fddf$, ou (à cauſe de $\frac{df}{\sqrt{(1 - ff)}}$ conſtant, & de $ddf = \frac{-fdf^2}{1 - ff}$) $ddEG$ comme $3nnf^4 - 4nnff - 2ff + 1 = o$, dont les racines donnent le ſinus de latitude du lieu où la différence entre deux degrés conſécutifs eſt la plus grande; & d'où l'on voit que lorſque l'Ellip-

* *Voyez la figure pag.* 133.

l'Ellipsoïde approche de la Sphere, ce lieu est proche du 45me degré, car alors (à cause que nn est fort petit) on a $2ff = 1$.

SUR LE SEL AMMONIAC.

Par M. DU HAMEL.

DEs l'année 1716, M. Geoffroy communiqua à l'Académie les recherches qu'il avoit faites sur la nature & la composition du Sel ammoniac ; elles étoient fondées sur des observations si justes, que ce qu'il ne proposoit que comme de simples conjectures (dans un tems où la fabrique de ce Sel étoit entierement ignorée en Europe) s'est trouvé presque conforme avec ce qu'on a appris depuis sur ce sujet par différens Mémoires instructifs qui ont été envoyés à l'Académie. Le premier de ces Mémoires est de M. le Maire, Consul au Caire, qui en répondant à des questions que lui avoit faites M. de Reaumur, détailla en 1719 à l'Académie, avec autant d'exactitude que de précision, ce qui s'observe en Egypte dans les Manufactures de Sel ammoniac.

Environ deux années auparavant il avoit paru sur le même sujet une Dissertation qu'on avoit fait imprimer sous le nom du P. Sicard Jésuite, & qui est presque aussi circonstanciée que celle dont nous venons de parler.

Ces deux Mémoires paroissent avoir été faits avec une grande exactitude ; aussi y a-t-il

il beaucoup de conformité entre les faits qui y ſont rapportés, & je n'ai remarqué d'autre différence un peu conſidérable entre ces deux relations, ſinon que M. le Maire prétend qu'on ne charge les ballons ſublimatoires que de la Suye animale ſeule, au-lieu que le P. Sicard dit qu'on mêle du Sel marin & de l'Urine avec la Suye dont nous venons de parler.

J'appréhenderois que l'Urine ne donnât au Sel ammoniac une odeur fétide, que n'a point celui des boutiques.

Pour ce qui eſt du Sel marin, il eſt vrai qu'il ne peut rien gâter, & que s'il ne fournit rien ni de ſon acide ni de ſon alkali, il pourra n'être pas entierement inutile, & ſervir comme on employe quelquefois le Sable à raréfier les matieres pour faciliter le dégagement du Sel volatil; ce qui ſuffiroit pour autoriſer quelques Manufactures à faire uſage du Sel marin, pendant que dans d'autres on n'employeroit que la Suye animale ſeule: ainſi la vérité des deux relations peut ſubſiſter malgré cette différence.

Mais il n'en ſeroit pas de même, ſi l'addition du Sel marin étoit néceſſaire dans cette occaſion, puiſqu'il manqueroit une condition eſſentielle au Mémoire de M. le Maire; ce que je ne crois pas, non ſeulement parce qu'on a fait imprimer il y a environ douze ans, une autre Lettre du P. Sicard, qui eſt tout-à-fait conforme à celle de M. le Maire, & dans laquelle on ne fait mention ni du Sel marin ni de l'Urine; mais encore parce que M. Granger, Correſpondant de l'Académie,

&

& qui a été envoyé par M. le Comte de Maurepas pour faire dans le Levant des recherches utiles à l'Hiſtoire naturelle & à la Phyſique, a aſſuré à ſon retour qu'il avoit vu faire le Sel ammoniac ſeulement avec la Suye animale, & ſans aucune addition. Le Mémoire qu'il a laiſſé ſur cela à l'Académie explique ſi clairement ce qui ſe paſſe dans ces ſortes de fabriques, que j'ai cru qu'on ne ſeroit pas fâché d'en trouver ici l'extrait.

Voici donc comme s'explique M. Granger. Il n'eſt pas vrai que le Sel marin, non plus que l'Urine des Chameaux, ait aucune part à la fabrique du Sel ammoniac: la Suye des cheminées ſeule, & ſans aucun mêlange, le fournit. Les cheminées, où l'on ne brûle que de la bouze de Vache, donnent la meilleure Suye; 16 livres de celle-ci fourniſſent ordinairement 6 livres de Sel ammoniac. De toutes les opérations de Chimie, celle-ci eſt ſans contredit des plus faciles, quand on ſait graduer le feu; 50 ou au plus 52 heures ſuffiſſent pour la faire. Les vaiſſeaux dans leſquels on met la Suye, ſont des ballons d'un verre très mince, ils ſe terminent par un col de 15 à 16 lignes de long ſur un pouce de diametre; mais ils ne ſont pas tous de la même grandeur. Les plus petits contiennent 12 livres de Suye, & les plus grands 50 livres, n'étant pleins qu'aux trois quarts, ce qu'on obſerve pour laiſſer un eſpace pour la ſublimation.

Le fourneau ſur lequel on met ces ballons eſt compoſé d'abord de quatre murailles, qui ſe joignant en équerre, forment un fourneau quarré.

quarré. Celles des faces ont 10 pieds de large, celles des côtés en ont 9; la hauteur, qui eſt par-tout égale, eſt de 5 pieds ſur 10 pouces d'épaiſſeur. Il y a dans le quarré que forment ces quatre murailles, trois arcades de la longueur de ce quarré, diſtantes les unes des autres de 10 pouces, épaiſſes de 12, & hautes de 3 pieds 8 pouces. La bouche de ce fourneau eſt faite en ovale, & a 2 pieds 4 pouces de haut ſur 16 pouces de large, & eſt ſituée au milieu d'une des faces du fourneau.

On place les ballons dans l'entre-deux des arcades du fourneau qui tiennent lieu de gril pour les ſoutenir; on en place ordinairement quatre dans l'entre-deux de chaque arcade, ce qui fait le nombre de ſeize pour un fourneau; ils ſont diſtans les uns des autres d'environ un demi-pied, où on les aſſujettit avec des morceaux de brique & de la terre, & on a ſoin de laiſſer à découvert environ 4 pouces de la partie ſupérieure des ballons pour faciliter la ſublimation, auſſi-bien que 6 de la partie inférieure, pour que le feu puiſſe mieux agir ſur les matieres.

Les choſes ainſi diſpoſées, on donne d'abord un feu de paille, qu'on continue pendant une heure; enſuite on y jette de la bouze de Vache réduite en motte quarrée, ce qui augmente la violence du feu; on le continue en cet état pendant 15 heures; enfin on l'augmente conſidérablement pendant 15 autres heures, après quoi on le diminue petit à petit.

Quand les matieres contenues dans les vaiſſeaux

ſeaux commencent à être échauffées, c'eſt-à-dire, après 6 ou 7 heures de cuite il en ſort des fumées très épaiſſes & de fort mauvaiſe odeur, ce qui continue pendant 15 heures; on apperçoit 4 heures après le Sel ammoniac qui s'éleve en fleurs blanches qui s'attachent à l'intérieur du col des Vaiſſeaux, & ceux qui ſont chargés de cette opération, ont ſoin de paſſer de tems en tems une verge de fer dans le col des ballons, pour entretenir une ouverture à la voûte ſaline, afin de laiſſer une libre iſſue à des matieres bleuâtres, qui ne ceſſent de ſortir des vaiſſeaux que quand l'opération eſt finie.

Outre le détail que nous venons de rapporter, M. Granger, au retour de ſon prémier voyage, avoit rapporté un peu de cette Suye qu'on employe dans le Levant pour faire le Sel ammoniac: nous en avons eu par le moyen de M. du Fay environ une livre, ſur laquelle nous avons fait quelques expériences que nous allons rapporter, en attendant que nous en ayons reçu une plus grande quantité, ce qui nous mettra en état de l'examiner avec plus d'exactitude.

Cette Suye eſt fort noire, & ſi ſenſiblement ſalée, qu'on y reconnoit le goût du Sel ammoniac. Nous en avons mis dans une cornue de verre d'Angleterre, & nous y avons adapté un grand récipient pour examiner ce qui paſſeroit par la diſtillation: mais la cornue s'étant caſſée, lorſqu'il n'étoit encore preſque paſſé que du flegme, nous avons été obligés de ceſſer le feu pour y ſubſtituer d'autres vaiſſeaux. Nous remarquerons cepen-

dant que les vapeurs qui s'échappoient par les fentes de la cornue, avoient rempli le Laboratoire d'une odeur de Souphre assez considérable.

Les vaisseaux étant refroidis, nous achevames de rompre la cornue, dans laquelle nous trouvames très peu de Sel ammoniac séparé de la Suye, ce qui m'engagea à l'entonner dans un matras, pour la traiter à-peu-près comme on le fait dans le Levant: nous séparames par ce moyen une assez bonne quantité de Sel ammoniac fort blanc, & au fond du matras il restoit encore de la Suye fort noire & salée, ce qui nous fait croire que je n'ai pas continué assez longtems le feu pour épuiser tout le Sel que la Suye contenoit, car il faut beaucoup de feu pour élever le Sel ammoniac de la Suye; & à en juger par le feu que j'ai fait, il faut que les mottes qu'on employe à cet usage dans le Levant, soient capables de produire une chaleur assez vive.

Ma Suye étant donc noire & salée, je voulus essayer de lui enlever, par une violente calcination, tout ce qu'elle contenoit de volatil, afin d'examiner de quelle nature seroit la partie fixe qui me resteroit: pour cela je la mis dans un creuset, & l'exposai à un feu violent; après environ une heure de calcination, je retirai le creuset du feu pour examiner en quel état étoit la matiere: je la trouvai encore noirâtre à la superficie, mais l'ayant un peu remuée avec une spatule de fer, le dessous étoit jaune comme du Souphre & le sentoit beaucoup, mais cette couleur

leur se dissipoit en peu de tems, & elle devenoit d'une couleur brune tirant sur le rouge. Ce phénomene, joint à l'odeur de Souphre, me fit juger que la matiere grasse n'étoit pas entierement dissipée, c'est pourquoi je remis le creuset au feu pendant plusieurs heures. Le lendemain les vaisseaux étant refroidis, la poudre étoit grise, un peu teinte de rouge: je versai de l'eau dessus pour l'édulcorer, je filtrai la lessive, & par une évaporation lente, j'ai eu une masse saline rouge qui sentoit l'Hepar, & qui avoit sur la langue une stipticité toute pareille à l'Encre la plus chargée de Vitriol. Cette masse tomba en peu de tems en *deliquium*, ce qui m'engagea à la filtrer de nouveau, & il me resta sur le filtre une matiere rouge, qui étant calcinée, même sans addition de matiere grasse, étoit en bonne partie attirée par l'Aimant. J'évaporai de nouveau la liqueur filtrée, qui déposa encore une poudre rouge, & il se forma à la superficie de la liqueur, de même qu'aux parois du vaisseau, une croûte saline, au milieu de laquelle étoit une Eau-mere assez claire.

J'ai versé sur cette Eau-mere de l'huile de Vitriol, ce qui a produit une grande effervescence avec chaleur, & a dégagé des vapeurs qui m'ont paru être de l'esprit de Sel: mais il s'est fait en même tems un précipité blanc considérable, qui me paroît être de la nature de ces concrétions pierreuses qui sont produites par l'union de l'acide vitriolique avec des terres de la nature de la Chaux.

Ce précipité n'est pas arrivé avec l'esprit

de Nitre, au contraire la liqueur eſt devenue plus claire qu'auparavant, quoiqu'il n'ait paru aucune effervescence ſenſible, parce que, comme nous l'expliquerons plus au long lorsque nous parlerons de la Chaux, l'acide nitreux, & encore mieux l'Eau régale diſſolvent la Chaux, & la ſoutiennent en diſſolution, au-lieu de faire la concrétion pierreuſe dont je viens de parler; & l'eſprit de Nitre, joint à l'acide du Sel marin qui eſt dans cette réſidence, fait une vraye Eau-régale.

L'Eau-mere dont nous parlons, contient encore beaucoup de Fer, comme je m'en ſuis aſſuré en verſant deſſus de la teinture de Noix de Galle qui a fait une Encre très noire; à l'égard de la croûte ſaline, elle ne décrépite preſque pas ſur la pêle rougie au feu, & paroît pour la plus grande partie alkaline.

Suivant M. Granger & M. le Maire, & même ſuivant la ſeconde Lettre du P. Sicard, & les expériences que je viens de rapporter, il eſt donc certain que la Suye animale contient & l'alkali volatil & l'acide du Sel marin qui ſont néceſſaires pour faire le Sel ammoniac, & qu'on peut faire le Sel ammoniac avec elle ſans l'addition du Sel marin. Mais dira-t-on, peut-être qu'avec le Sel marin on retire plus de Sel ammoniac? C'eſt dont je ne ſuis pas non plus perſuadé; car voudroit-on que le Sel marin, étant joint au Sel ammoniac, paſſât dans la ſublimation tout entier & ſans être décompoſé? Quelques Auteurs, à la vérité, l'ont cru, & cela ne répugne pas abſolument, puiſque le Sel ammoniac emporte avec lui dans la ſublimation des

des matieres assez fixes. Mais si cela étoit, on devroit retrouver le Sel marin dans le Sel ammoniac des Boutiques, ou simplement par la cryſtallisation, ou en versant dessus de l'huile de Vitriol pour former du Sel admirable de Glauber, au-lieu de ce Sel ammoniacal vitriolique qu'on fait de cette maniere, & que Glauber a appellé *son Sel ammoniac secret*.

A ces preuves, qui sont tirées de deux opérations assez ordinaires en Chimie, je joindrai une expérience que j'ai faite pour m'assurer si le Sel ammoniac peut, en se sublimant, emporter avec lui une portion de Sel marin.

J'ai desséché à une chaleur médiocre une once de Sel marin, & pareille quantité de Sel ammoniac, & après les avoir mêlé ensemble, j'ai mis le tout dans une cornue, à laquelle j'ai adapté un récipient, & après avoir commencé par un feu doux, je l'ai augmenté par degrés jusqu'à un feu de bois que j'ai continué pendant plusieurs heures.

Les vaisseaux étant refroidis, j'ai trouvé, à quelques grains près, le même poids de Sel ammoniac que j'avois employé, qui étoit sublimé au col de ma cornue; & dans le fond il y avoit un peu plus d'une once de Sel marin qui s'étoit un peu élevé, & avoit quitté le fond de la cornue environ d'un travers de doigt, ce qui m'est arrivé toutes les fois que j'ai répété cette expérience.

Pour ne point omettre les moindres circonstances de l'opération que je viens de rapporter, je remarquerai en passant, que mal-

gré le deſſéchement des matieres, il étoit paſſé quelques gouttes de liqueur dans le récipient; elle ne ſentoit point l'eſprit volatil, mais beaucoup le brûlé, avec une legere odeur qu'on pouvoit à peine rapporter à l'eſprit de Sel: outre cela il y avoit au col & au fond de la cornue des marques rouges & jaunes qui ſe diſſipoient quand on les expoſoit à une violente chaleur, & il ne reſtoit en ces endroits qu'une tache noire & luiſante, comme ſi on les eût peints avec de l'Encre de la Chine. Je ne rapporte ces petites circonſtances que par occaſion, car elles ne font rien à mon objet principal: il me ſuffit que l'expérience que je viens de rapporter, & que j'ai répétée pluſieurs fois, prouve que bien-loin que le Sel ammoniac, en ſe ſublimant, puiſſe enlever du Sel marin, le Sel marin au contraire rallentit la ſublimation du Sel ammoniac, & en retient une petite portion qui ne lui peut être enlevée que par un feu conſidérable; & ſi l'on fait attention à ce que M. Lémery dit dans ſon Cours de Chimie ſur la ſublimation des Fleurs ſimples de Sel ammoniac, on reconnoitra bien qu'il s'eſt apperçu de cette ténacité du Sel ammoniac dans le Sel marin: d'où je conclus que ſi on employe du Sel marin avec la Suye animale, il ne peut être enlevé avec le Sel ammoniac, du moins ſans être décompoſé. Ainſi il reſte à examiner ſi dans cette opération le Sel marin ſe peut décompoſer, pour fournir quelque choſe au Sel ammoniac.

On ſait que les matieres animales, du moins quand on les a expoſées à la putréfaction, ou

ou qu'on les traite par le feu, donnent abondamment d'alkali volatil urineux; on ſait d'ailleurs que l'acide du Sel ammoniac eſt celui du Sel marin. Cela a fait penſer à quelques Chimiſtes que ſi on mêloit le Sel marin avec la Suye animale, il fourniroit ſon acide, qui ſe joignant à l'alkali urineux qui ſe trouve en quantité dans ces matieres animales, formeroit le Sel ammoniac.

Mais peut-on concevoir qu'un Sel alkali volatil puiſſe enlever à la baſe du Sel marin, que je crois être un Sel alkali fixe (comme j'eſſayerai de le démontrer dans une autre occaſion) un acide dont il eſt en poſſeſſion? Cela eſt trop oppoſé aux opérations ordinaires de Chimie, pour admettre un tel échange ſans des preuves fondées ſur des expériences faites exprès, d'autant que j'ai pluſieurs fois eſſayé inutilement de mêler des matieres graſſes avec le Sel marin pour lui enlever ſon acide ſans le ſecours des intermedes vitrioliques; j'ai même ſur cela quelques faits aſſez ſinguliers, que je vais rapporter dans un moment. Mais ne pourroit on pas conſidérer la choſe ſous une autre face, & le Sel marin ne pourroit-il pas ſe décompoſer d'une autre maniere, qui le rendroit encore plus propre à entrer dans la compoſition du Sel ammoniac? Car ſi une portion de la baſe du Sel marin qui eſt fixe, pouvoit, à l'aide de la Suye animale, devenir volatil, non ſeulement cette portion alkaline pourroit alors être la baſe du Sel ammoniac, mais en même tems l'acide qui étoit engagé dans cette portion

d'alkali fixe devenu volatil, entreroit auſſi dans la compoſition du Sel ammoniac.

La difficulté ſe renferme donc à ſavoir ſi un Sel alkali fixe peut, à l'aide de la matiere graſſe, être changé en Sel alkali volatil. Ce problême de Chimie n'eſt pas encore bien réſolu: il eſt vrai que M. Homberg prétend y être parvenu, en faiſant un Savon; & que M. Lémery a démontré que ce changement ſe faiſoit dans les animaux: mais il s'en faut beaucoup que cette transformation ſe faſſe dans ces occaſions d'une maniere auſſi ſimple & auſſi prompte, qu'il le faudroit pour l'opération du Sel ammoniac en queſtion.

Cependant comme la plupart des Auteurs de Chimie, même ceux qui ont écrit depuis 1720, aſſurent qu'on peut faire du Sel ammoniac avec du Sel marin joint ou à la Suye de bois, ou à l'Urine, ou à d'autres matieres, j'ai cru ne devoir pas négliger de faire encore ſur cela quelques tentatives dont voici le détail.

Je m'étois donc propoſé d'eſſayer 1°. Si je pourrois, par le moyen des matieres graſſes, décompoſer le Sel marin, ou en lui enlevant ſon acide, ou en volatiliſant ſa baſe; & en ſecond lieu, ſi je pourrois, par le moyen de ces mêmes matieres, volatiliſer les Sels fixes de Soude ou de Tartre.

Je crus que ſi je pouvois réuſſir à décompoſer le Sel marin, ce ſeroit en digérant longtems le Sel marin avec les matieres animales. Dans cette intention je pris de l'eau qui avoit ſervi à deſſaler de la Morue, & de la Saumure de Chaircuitier très vieille & puante;

puante; je les mis l'une & l'autre l'eſpace de deux mois dans de grandes capſules de verre expoſées au grand air & à la chaleur du Soleil, pour eſſayer d'y exciter la fermentation autant que des matieres auſſi ſalées en étoient ſuſceptibles. Après ce tems j'évaporai l'une & l'autre dans une baſſine de terre juſqu'à ſiccité, & je mis les réſidences ſalines dans des cornues de grès pour les diſtiller, avec cette différence que j'avois mêlé à la réſidence de l'eau de Morue environ le double de ſon poids de Sablon d'Etampes, au-lieu que je n'avois rien ajouté à la réſidence de la Saumure de viande. Mais malgré ces précautions, & quoique j'aye donné un feu de bois très vif & continué aſſez longtems, je n'ai eu qu'un très petit veſtige de Sel ammoniac, non plus que de Sel volatil urineux, & à-peu-près ce que les matieres animales m'auroient donné ſans l'addition du Sel marin; & par la leſſive, je n'ai retiré de la Tête-morte qu'un beau Sel marin tout entier, & ſans être en aucune maniere décompoſé. Mais après tout, cela ne doit-il pas arriver? car le propre du Sel marin eſt de préſerver les corps de la corruption, il faut donc qu'il empêche la fermentation: ſans ſon ſecours cependant on ne peut guere eſperer de produire ſur le Sel marin l'altération que j'eſſayois de lui procurer. Pour ce qui eſt de la volatiliſation des Sels alkalis, j'ai mis dans une cucurbite autant de Soude que de Potaſſe, & j'ai empli la cucurbite d'Urine fraiche. J'ai laiſſé le tout en digeſtion pendant deux mois, comme dans les précédentes expériences; j'ai

enſuite évaporé la liqueur dans une baſſine de fer preſque juſqu'à ſiccité, & je n'ai eu, comme dans les expériences précédentes, que très peu de Sels volatils.

Je ne crois donc pas qu'on puiſſe eſperer, par le mêlange des parties animales avec le Sel marin dans la diſtillation, ni de volatiliſer la baſe du Sel marin pour augmenter celle du Sel ammoniac, ni de dégager l'acide du Sel marin pour qu'il puiſſe former avec l'alkali volatil que les parties animales contiennent, une quantité plus conſidérable de Sel ammoniac que celle que ces matieres animales contiennent par elles-mêmes; car c'eſt l'acide du Sel marin qui manque principalement aux matieres animales fermentées, & qui empêche qu'on n'en retire une quantité conſidérable de Sel ammoniac, puiſqu'ayant mis en diſtillation avec de l'eſprit de Sel de l'Urine que je conſervois depuis trois ou quatre ans épaiſſie en conſiſtance de ſyrop, j'en ai retiré beaucoup de Sel ammoniac.

Il n'eſt pas ſurprenant que ceux qui ont écrit dans le tems qu'on ne connoiſſoit pas bien la compoſition du Sel ammoniac, ayent penſé que le Sel marin étoit eſſentiel pour ſa compoſition, puiſqu'ils croyoient que le Sel marin étoit tout entier dans le Sel ammoniac, & que c'étoit ce Sel qu'on retiroit, quand on diſtille le Sel ammoniac avec le Sel de Tartre. Mais il me paroît ſurprenant que depuis qu'on connoit ſi parfaitement la nature de ce Sel, depuis qu'on ſait qu'il n'y a que l'acide du Sel marin qui entre dans la compoſition du Sel ammoniac, & que le Sel qu'on retire

retire après la distillation du Sel ammoniac avec le Sel de Tartre n'est pas un vrai Sel marin, mais le Sel digestif de Silvius qui s'est composé pendant l'opération; je suis, dis-je, surpris que depuis qu'on connoit toutes ces choses, on veuille s'obstiner à faire entrer le Sel marin dans la composition du Sel ammoniac, & que de célèbres Auteurs assurent encore qu'on en puisse retirer de l'Urine & de la Suye de bois neuf, pourvu qu'on y joigne le Sel marin. Je suis cependant persuadé qu'il n'en seroit pas de même si, comme M. Geoffroy le conseille dans le Mémoire que j'ai déja cité, on joignoit le Bol ou la Terre grasse au Sel marin & aux matieres animales; car alors l'intermede vitriolique dégageant l'acide du Sel marin de sa base, il le mettroit en état de se joindre au volatil urineux que les matieres animales contiennent, sur-tout quand elles ont été fermentées. Mais je ne l'ai pas essayé, & j'appréhenderois encore qu'il ne se formât dans cette occasion beaucoup de Souphre volatil. J'exécute encore quelques expériences qui regardent le même sujet; & comme elles sont d'une longue exécution, je ne les rapporterai pas pour le présent. Ainsi, en attendant que je puisse rendre compte de leur produit, qui me mettra peut-être en état de parler plus positivement sur plusieurs choses qui appartiennent à la composition du Sel ammoniac, je rapporterai incessamment quelques expériences que j'ai faites sur la distillation de ce Sel, ce qui fournira le sujet de la seconde Partie de ce Mémoire.

SUR LA NOUVELLE METHODE DE M. CASSINI,

Pour connoitre la FIGURE DE LA TERRE.

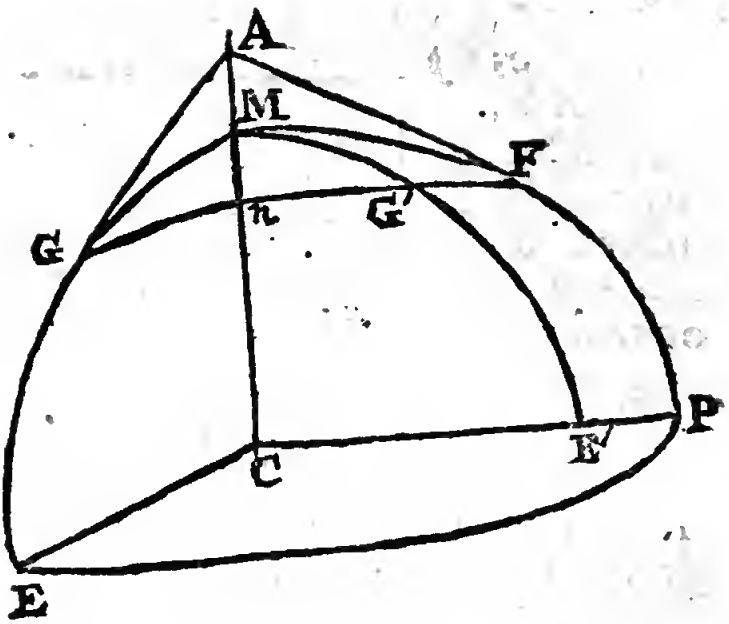
Par M. CLAIRAUT.

CE que je donne dans ce Mémoire eſt une nouvelle maniere de calculer les avantages qu'on peut tirer de la Méthode que M. Caſſini propoſa dernierement pour connoitre la figure de la Terre.

I. *En ſuppoſant qu'on ſoit ſous l'Equateur.*

Soient *A* le ſommet de quelque Montagne qui ſoit ſur l'Equateur *MGE*, *MFP* un Méridien quelconque, & *AF* la tangente menée de *A* à ce Méridien qui donne le point *M* le plus éloigné ſur l'horizon que l'on puiſſe appercevoir à l'Eſt ou à l'Oueſt. Soit de même la tangente *AG* à l'Equateur qui donne le point *G* le plus éloigné ſur l'horizon que l'on puiſſe appercevoir au Nord ou au Sud. La méthode de M. Caſſini conſiſte à comparer les angles *MAF*, *MAG*.

Pour trouver le rapport de ces angles, en connoiſſant celui des axes, je tranſporte le cercle *MG* en *MG'* ſur le plan du Méridien, & je remarque que la tangente *AF* & la tangente *AG'* doivent ſe terminer dans la droite



te $nG'F$, de ſorte que An étant la même pour les angles MAF, MAG', cette droite pourra ſervir de rayon, pendant que les droites nF, nG', ſerviront de tangentes.

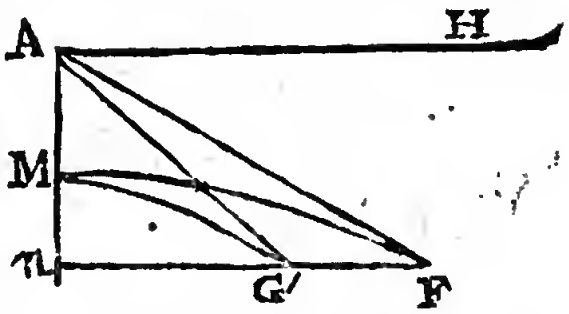
Appellant donc T & t ces tangentes, l'axe CP, 1, & l'autre $\frac{1}{m}$, on aura $T:t::nF:nG'::CP:CM::m:1$, ce qui donne une façon bien ſimple de trouver l'angle MAG, lorſque l'on a l'angle MAF, ſuppoſant connu le rapport des axes, & tout auſſi facilement de trouver ce rapport des axes, lorsque l'on aura celui des angles MAF, MAG.

Si, au-lieu de ſe ſervir des tangentes T & t des angles MAF, MAG, on veut ſe ſervir des co-tangentes, c'eſt-à-dire, des tangentes des angles * HAF, HAG', que j'appellerai u & V. Comme les co-tangentes ſont en raiſon renverſée des tangentes, on aura

 $V:u$

* *Voy. la Figure ſuivante.*

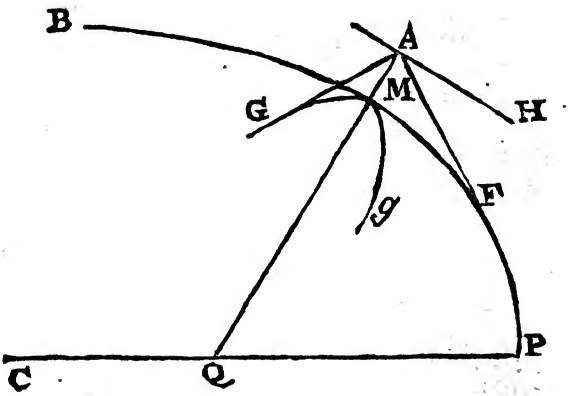
$V : u :: m : 1$, & comme les angles HAG, HAF, ſont fort petits, on peut regarder les tangentes V & u comme proportionnelles à ces angles, de ſorte que l'on peut dire que l'angle HAG, $HAF :: m : 1$; & ſi l'on veut comparer l'angle HAG à l'angle FAG, qui eſt la différence que l'on doit trouver par obſervation, on a $HAG : FAG :: m : m - 1$.



Si l'on ſuppoſe que la Montagne eſt élevée d'environ 500 toiſes, ce qui peut donner à-peu-près un degré à l'angle HAG, l'angle FAG ſera la partie $\frac{n-1}{m}$ d'un degré; ſi CP eſt à CM comme 94 à 93, ce qui eſt à-peu-près le rapport des axes dans le Sphéroïde de M. Caſſini, on a pour $\frac{m-1}{m}$, $\frac{1}{94}$; d'où l'angle FAG eſt la 94me partie d'un degré, ou de 3600 ſec. qui donne plus de 38 ſecondes. Si l'on fait $m = \frac{229}{230}$, qui eſt le rapport des axes dans le Sphéroïde de M. Newton, on a $\frac{m-1}{m} = -\frac{1}{229}$ qui donne pour l'angle FAG, qui eſt alors en deſſous de AF, la 229me partie de 3600 ſec. c'eſt-à-dire, environ 16 ſec. Si $m = \frac{577}{578}$, qui eſt le rapport de M. Huygens, FAG eſt d'environ 6 ſecondes.

II.

II. *Pour une Latitude quelconque.*



Soient *BMFP* un Méridien, & *M* un point quelconque de ce Méridien dont la latitude eſt donnée. Soit de plus *gMG* une ſection de la Terre par un plan perpendiculaire au Méridien en *M*, c'eſt-à-dire, que *MG* ſoit l'Ellipſe qui ſert de premier vertical.

Selon la méthode de M. Caſſini, il faudra ſe ſervir de la différence des angles *GAM*, *MAF*. Pour trouver cette différence, je conſidere l'Ellipſe *MFP* comme un cercle dont le rayon *R* eſt celui de la développée de cette Ellipſe au point *M*. Et l'Ellipſe *gMG* comme un autre cercle dont le rayon *r* eſt celui de la développée de cette ſeconde Ellipſe pour le même point *M*. Je dis enſuite que la tangente de l'angle *MAF*, que j'appelle *T*, eſt à la tangente de l'angle *MAG*, que j'appelle *t*, comme $\sqrt{R} : \sqrt{r}$. Il eſt aiſé d'en

d'en voir la raiſon dans la Figure ſeconde, la petiteſſe de AM fait que les touchantes AF & AG' peuvent être regardées comme terminées par la même droite $nG'F$, d'où les tangentes des angles MAF, MAG', ſont comme nF; nG', mais $nF^2 = 2R \cdot Mn$ & $nG' = 2r \cdot Mn$, donc $nF : nG$ ou $T : t :: \sqrt{R} : \sqrt{r}$. Il ne reſte plus qu'à trouver R & r.

En nommant l'axe CP, 1, l'autre $\frac{1}{m}$, le demi-parametre ſera $\frac{1}{mm}$ & $\frac{MQ^3}{\frac{1}{m^4}}$ ou $m^4 \cdot MQ^3$ ſera le rayon R de la développée de l'Ellipſe $BMFp$ pour le point M.

A l'égard du rayon de la développée de l'Ellipſe * GM que l'on imaginera dans la Figure troiſieme élevée perpendiculairement au-deſſus de MQ. Pour le trouver, je mène mr infiniment près & parallele à MR. J'imagine enſuite une petite droite élevée ſur n, perpendiculairement au plan de la Figure, qui rencontre l'Ellipſe ou premier vertical MG. Et je dis que cette petite droite ſervant en même tems d'ordonnée à cette Ellipſe & au cercle dont le rayon eſt r, & au cercle dont le rayon eſt MR, il faut que le rayon r ſoit à MR comme $mn : Mn$, de ſorte que r a pour valeur $\frac{mn}{Mn} \cdot RM$ ou $\frac{MQ}{MR} \cdot RM = MQ$, à cauſe que $mn : Mn :: MQ : MR$; & il eſt à remarquer que cette valeur de r eſt bonne pour toute ſorte de Sphéroïde elliptique ou non.

On a donc préſentement $R = m^4 \cdot MQ^3$ & $r = MQ$,

* *Voy. la Figure p. 159.*

$r = MQ$, d'où l'on tire $T : t :: \sqrt{R} : \sqrt{r} :: mmMQ : 1$. Il faut mettre préſentement pour MQ une valeur qui dépende de la latitude, c'eſt-à-dire, du ſinus de l'angle MTn ou RMP. Pour cela ſoit S ce ſinus, $AP = x$, $PM = y$, on aura pour l'Equation de l'Ellipſe $yy = \frac{1}{mm}(1 - xx)$ qui donne $QR = \frac{1}{mm}x$. On aura $\frac{1}{mm}x : \frac{1}{m}\sqrt{(1-xx)} :: f : \sqrt{(1-ff)}$, d'où l'on tire $x = \frac{mf}{\sqrt{1+(mm-1)ff}}$, & par conſéquent $QR = \frac{f}{m\sqrt{1+(mm-1)ff}}$, & & $QM = \frac{1}{m\sqrt{1+(mm-1)ff}}$. Donc $T : t :: \frac{m}{\sqrt{1+(mm-1)ff}} : 1 :: m : \sqrt{1+(mm-1)ff}$.

Lorſque m differe très peu de 1, $\sqrt{1+(mm-1)ff}$ pourra être pris pour $1 + \frac{mm-1}{2}ff$, & ainſi dans ce cas on aura $T : t :: m : 1 + \frac{mm-1}{2}ff$.

Au-lieu de la raiſon de $m.1 + \frac{mm-1}{2}ff$, on peut mettre celle de $m.1 + (m-1)ff$, parce que lorſque m differe très peu de $1.\frac{mm-1}{2}$, differe infiniment moins de $m-1$.

On a donc $T : t :: m : 1 + (m-1)ff$. Si au-lieu de ſe ſervir des tangentes T, t, des angles MAF, MAG, on veut ſe ſervir des tangentes des angles de complément HAF, HAG,

HAG, en appellant ces co-tangentes u & V, on aura, à cauſe que les co-tangentes ſont en raiſon inverſe des tangentes, $V : u :: m : 1+(m-1)ff$, ou $HAG : HAF :: m : 1+(m-1)ff$, à cauſe de la petiteſſe des angles HAG, HAF.

Si on veut comparer l'angle GAF avec l'angle HAG, on a $HAG : GAF :: m : m-1-(m-1)ff :: m : (m-1).(1-ff)$; de ſorte que regardant l'angle HAG comme conſtant, l'angle GAF ſera comme $\left(\frac{m-1}{m}\right).(1-ff)$ ou comme $1-ff$, c'eſt-à-dire, que cet angle diminuera toujours depuis l'Equateur, & ſera en raiſon du quarré du co-ſinus de la latitude.

Si l'on prend une latitude de 45 degrés, $1-ff$ eſt alors $\frac{1}{2}$, de ſorte que l'angle FAG eſt la moitié de ce qu'il ſeroit à l'Equateur; ainſi dans l'hypotheſe de M. Caſſini cet angle ſeroit de 19 ſecondes environ; dans celle de M. Newton 8 ſecondes, & dans celle de M. Huygens 3 ſecondes.

Pour une latitude quelconque, il faut donc faire cette analogie, le quarré du ſinus total eſt au quarré du co-ſinus de la latitude comme la différence des angles HAG, HAF, ou l'angle FAG' à l'Equateur (*Fig.* 1.) eſt à l'angle FAG' (*Fig.* 3.) que l'on doit trouver à la latitude donnée. Si l'on veut s'épargner la peine de quarrer les ſinus, on peut mettre à la place des deux premiers termes le diametre & le ſinus verſe du double du complément de la latitude donnée. Par exemple, pour une latitude de 43 degrés dans le Sphéroïde de M. Caſſini, il faudra dire, comme

me le diametre 200000 eſt à 106975 ſinus verſe de 94, double du complément 47 de la latitude, ainſi 38 ſecondes eſt à $\frac{4279}{200}$ ſecondes qui fait environ 21. Pour une latitude de 36 degrés dans le même Sphéroïde, on a environ 26 ſecondes; pour celle de 28 degrés, on a 31 ſecondes.

DESCRIPTION ANATOMIQUE DE L'OEIL DU COQ-D'INDE.

Par M. PETIT le Médecin. *

IL y a quelques années que j'ai travaillé ſur les Yeux du Coq-d'Inde & d'autres Oiſeaux, pour en déterminer la différence. Je me ſuis attaché à bien examiner la figure & la ſituation de la Membrane noire qui eſt au fond de l'Oeil, & que l'on appelle vulgairement *Bourſe des Oiſeaux*: j'en donnerai une deſcription exacte.

De tous les Oiſeaux que j'ai diſſequés, je n'en ai point trouvé qui ayent cette membrane d'une conformation pareille à celle qui eſt décrite & repréſentée dans les Mémoires de Phyſique de M. Perrault †, & dans les anciens Mémoires ‡ de l'Académie: l'on y aſſure néanmoins qu'elle eſt toute ſemblable à celle des

* 7 Septembre 1735.

† *In 4. p.* 343. 344. *&* 347. ‡ *Tome II, Part.* 3. *page* 98.

des Oiſeaux, mais on ne dit point de quels Oiſeaux. M. de la Hire, dans la ſeconde édition de l'Hiſtoire de l'Académie, * donne les mêmes aſſurances, quoique la conformation de ſa membrane ſoit tout-à-fait différente de celle de M. Perrault.

Ils ont encore dit que la paupiere ſupérieure des Yeux des Oiſeaux n'a point de mouvement, parce qu'ils l'ont remarqué dans quelques-uns; l'on verra dans ce Mémoire & dans celui du Chat-huant, appellé *Ulula*, qu'il y en a beaucoup dont la paupiere ſupérieure ſe baiſſe & ſe releve.

Je me ſuis propoſé de citer tous les Auteurs qui ont donné quelque choſe de particulier ſur les parties des Yeux que je décrirai. Je remarquerai les différences les plus conſidérables que j'ai trouvées entre les Yeux du Coq-d'Inde, & ceux de l'Oye, du Canard, de la Poule, du Pigeon, & d'autres; & je nommerai les Oiſeaux dans leſquels j'aurai trouvé ces particularités.

Je les mettrai par renvois au bas des pages, pour ne point interrompre la ſuite de la deſcription de l'Oeil du Coq-d'Inde, & pour éviter les répétitions.

J'y joindrai, ſelon ma coutume, le poids & les dimenſions de chaque partie que j'aurai trouvé ſur les Oiſeaux les plus vieux de ceux que j'ai diſſequés.

La tête du Coq-d'Inde † *A*, *B*, avec la peau & les plumes, ſeparée du col entre le crâne

* *Page* 507.
† Fig. 1.

ne & la premiere vertebre, pesoit 5 onces, elle avoit 4 pouces depuis l'extrémité antérieure du bec *A* jusqu'à la partie postérieure de la tête *B*, 21 lignes d'épaisseur mesurée à la partie postérieure des deux orbites *C*, 23 lignes depuis le sinciput *D* jusqu'au dessous de la gorge *E*, la mâchoire supérieure *AL* longue de 17 lignes depuis son extrémité antérieure *A* jusqu'au dessus des narines *L*, & 22 lignes de longueur jusqu'aux angles *N* que forme l'union de la peau des deux mâchoires *.

Cette

* La tête d'Oye (*Fig.* 3.) coupée comme celle du Coq-d'Inde, entre le crâne & la premiere vertebre, pesoit avec les plumes 3 onces 7 gros; elle avoit 4 pouces 7 lignes de longueur depuis l'extrémité anterieure du bec *A* jusqu'à la partie postérieure de la tête *B*, 2 pouces 4 lignes depuis le sinciput *D* jusqu'au dessous de la gorge *E*, 21 lignes d'une oreille à l'autre *C*; les mâchoires sont jaunes, parce qu'elles sont revêtues d'une peau de cette couleur. La supérieure *AL* avoit 28 lign. de longueur depuis le bout du bec *A* jusqu'à la partie supérieure du nez *L* au defaut des plumes, & autant depuis *A* jusqu'à l'angle que forme de chaque côté la rencontre des deux mâchoires *N*. Cette mâchoire étoit large de 15 lignes près les plumes *L*, & haute de 18 lignes, en y comprenant la mâchoire inférieure *LN*. La partie antérieure mesurée en *R*, à 6 lignes de l'extrémité du bec, est large de 10 lignes; elle est arrondie à l'extrémité du bec *A*, & elle est sillonnée en forme de lime à la partie interne des deux côtés. La mâchoire inférieure l'est de même des deux côtés, mais à sa partie externe elle est emboitée dans la mâchoire supérieure: ces sillons servent à broyer les alimens. Si l'on fait bouillir cette tête dans l'eau, l'on enleve facilement la peau jaune qui recouvre les mâchoires, & il ne reste que l'os fort blanc, auquel on ne trouve plus de sillons, ils ne sont que dans la peau.

La tête (*Fig* 4.) débarrassée de toutes les parties molles par l'ébullition, pesoit avec la mâchoire inférieure, étant bien seche, 4 gros 37 grains; elle étoit pour-

lors

Cette tête débarrassée de toutes les parties molles, pesoit avec la mâchoire inférieure 4 gros

lors longue de 4 pouces 4 lignes depuis la partie antérieure du bec *A* jusqu'à l'occiput *B*, 23 lign. depuis le sinciput *D* jusqu'au dessous de la mâchoire inférieure *E*, 20 lign. de l'extrémité d'une apophyse postérieure de l'orbite *F* à l'apophyse postérieure de l'autre orbite; la mâchoire supérieure longue de 31 lign depuis *A* jusqu'en *L*, large de 8 à 9 lignes à sa partie supérieure postérieure *L*, de 8 lignes à sa partie antérieure *R*, & de 13 lignes à sa partie postérieure inférieure *N*.

La tête du Canard avec sa peau & ses plumes coupée entre le crâne & la premiere vertebre, pesoit 19 dragmes 50 grains; elle étoit longue de 4 pouc. 3 lign. depuis la partie antérieure du bec jusqu'à l'occiput, elle avoit 21 lignes $\frac{1}{2}$ depuis le sinciput jusqu'au dessous de la gorge, 16 lignes d'une oreille à l'autre.

Dans un Canard sauvage, dont la tête étoit longue de 4 pouces 4 lignes, j'ai trouvé le bec long de 25 lignes depuis son extrémité jusqu'à la pointe, de 18 jusqu'aux angles rentrans, & de 30 jusqu'à l'union des deux mâchoires; il avoit toute la partie supérieure de la mâchoire supérieure noire & les côtés de l'inférieure. Au reste, elle étoit semblable au précédent.

La mâchoire supérieure avoit 27 lignes de longueur depuis son extrémité autérieure jusqu'à la partie supérieure du nez à la pointe de l'angle saillant que forment les plumes au-dessus du nez, & 28 lign. jusqu'aux angles rentrans; elle avoit 27 lignes depuis la partie antérieure du bec jusqu'à l'angle que forme de chaque côté la rencontre des deux mâchoires, 11 lignes $\frac{1}{2}$ de largeur, autant de hauteur depuis la partie supérieure du nez jusqu'au dessous de la mâchoire inférieure. Cette mâchoire supérieure étoit emboîtée dans la supérieure comme dans un étui. Elles étoient toutes deux sillonnées comme dans l'Oye; ces sillons leur servent à broyer les alimens. Ce bec est jaune comme celui de l'Oye, mais noir à l'extrémité du bec de la longueur de 5 lign. & de la largeur de 4 lign. il forme un triangle curviligne. Il est encore noir aux deux angles formés par la rencontre des deux mâchoires, mais ce noir est sur l'os même, il n'y a point de peau en cet endroit.

Cette tête (*Fig.* 5.) débarrassée de toutes les parties molles,

gros (c'eſt un dixieme de ce qu'elle peſoit avec les parties molles); elle avoit 3 pouces 8 lignes de longueur depuis la partie antérieure du bec *A* * juſqu'à l'occiput *B*, 19 lignes d'une apophyſe poſtérieure *F* de l'orbite de l'œil juſqu'à la même apophyſe poſtérieure de l'autre orbite, 18 lign. depuis le ſinciput *D* juſqu'au deſſous de l'os de la mâchoire inférieure *E*; le bec *A* du Coq d'Inde eſt crochu & noir, & finit en pointe.

L'œil eſt logé dans une cavité oſſeuſe que les Anatomiſtes ont nommée *orbite de l'œil*: elle eſt différente dans les différens Animaux. Dans l'Homme & quelques Animaux à quatre pieds, elle eſt formée par l'aſſemblage de pluſieurs os du crâne, elle reſſemble à-peu-près à un cône dans l'Homme & dans le Singe, la baſe qui fait la partie antérieure de ce cône eſt un cercle fort inégal; cette baſe eſt à-peu-près circulaire dans le Mouton, dans le Cheval, & d'autres, mais il n'y a point d'os à la partie inférieure & poſtérieure de leur orbite.

Dans le Chien-dogue, cette orbite eſt plus irréguliere, la partie antérieure ne forme point

molles, bien ſeche, peſoit avec la mâchoire inférieure 2 gros 32 grains; elle avoit 4 pouces de longueur depuis la partie antérieure du bec *A* juſqu'au trou de l'os occipital *B*, 17 lign. depuis le ſinciput *D* juſqu'à la partie inférieure poſtérieure de la mâchoire inférieure *E*, 12 lign. d'une oreille à l'autre *P*. La mâchoire ſupérieure avoit 25 lign. depuis ſa partie antérieure *A* juſqu'à la partie poſtérieure *L*, *cet angle n'eſt pas bien repréſenté.* L'os de la mâchoire inférieure étoit long de 3 pouc. 10 lign. Tout le bec étoit ſans ſillon.

* Fig. 2.

point de cercle, il n'y a point d'os à la partie latérale postérieure, ni à la partie inférieure du fond de l'orbite.

Cette orbite est encore plus différente dans le Coq d'Inde & d'autres Oiseaux : c'est une fosse inégale * *KM* qui a environ 16 lignes de diametre de devant en derriere depuis *G* jusqu'en *C*, elle ne se termine pas en cône, le fond *KM* est une cloison osseuse, mince, à-peu-près ovale, elle a 9 lignes $\frac{1}{2}$ de grand diametre, 7 lignes de petit diametre, épaisse d'un quart de ligne; elle est quelquefois en partie osseuse, & en partie cartilagineuse, un peu transparente lorsqu'elle est seche; elle paroît continue avec l'os qui fait la partie supérieure & les parties latérales de l'orbite, elle sépare les deux orbites; il y a une échancrure *K* à sa partie postérieure qui donne passage aux nerfs optiques, & au dessous un trou qui donne passage au nerf de la cinquieme paire qui se divise en plusieurs branches dont les rameaux se distribuent à l'œil, au nez, & aux deux mâchoires.

On remarque à la partie supérieure de l'orbite, une goutiere dans laquelle le nerf olfactif est logé; ce nerf perce la partie postérieure de l'orbite, passe dans cette goutiere jusqu'à la partie antérieure où il perce l'orbite pour se rendre dans le nez.

On voit sur le bord antérieur & supérieur de l'orbite, une épiphyse *G* platte triangulaire, attachée à l'orbite & à l'os du nez par symphyse; elle a 5 lignes de longueur, dont la pointe

* Fig. 2.

pointe ou l'angle inférieur s'avance obliquement de la partie antérieure à la partie postérieure un peu inférieure, en s'éloignant de 2 lignes seulement de l'os coronal. On voit encore sur le bord extérieur & postérieur, une apophyse triangulaire *FO*, longue de 3 lign. $\frac{1}{4}$ qui descend obliquement de derriere en devant; les extrémités de ces deux productions sont éloignées l'une de l'autre de 12 lignes, & c'est à ces extrémités que s'attache une membrane tendineuse qui fait le complément de l'orbite à cet endroit où l'os manque.

On remarque à la partie postérieure inférieure & interne de l'orbite, une apophyse *I*, longue de 5 lignes, large de 4 lignes à la base; elle se termine en pointe émoussée qui n'est qu'à 2 lignes de la cloison qui sépare les deux orbites; elle est plus saillante dans l'Oye & le Canard que dans le Coq-d'Inde.

Il n'y a point de partie osseuse à la partie inférieure de l'orbite, on voit seulement un filet d'os *NE* qui est une continuité de la mâchoire inférieure, ce qui lui donne 20 lign. de longueur dans les gros Coqs-d'Inde; cet os a trois quarts de ligne d'épaisseur, une ligne de largeur; je l'ai quelquefois trouvé plus large d'un côté que de l'autre.

Il y a au-dessus de cet os plusieurs muscles qui servent aux mouvemens de la mâchoire inférieure; ces muscles ne rempliſſent pas entierement tout l'espace que le globe de l'œil y laisse, c'est pourquoi l'on y trouve une vacuité dont nous parlerons plus bas *; on trouve à la partie antérieure *M* du grand

* *Page* 178.

coin de l'orbite, des cartilages à reſſort poſés ſi obliquement qu'ils ne donnent point de parois au coin de cette orbite *; il y a un de ces cartilages qui forme une foſſe *H* qui loge une

* L'orbite de l'Oye *FG* (*Fig.* 4.) eſt de figure ovoïde, le côté le plus large eſt à ſa partie poſtérieure *F*. Cette orbite a 12 lignes de grand diametre, 9 depuis le grand coin *G* juſqu'au petit coin *F*, 9 lignes de petit diametre depuis ſa partie ſupérieure juſqu'à l'aponévroſe inférieure, qui tient lieu de parrie inférieure de l'orbite, elle a 6 lignes de profondeur depuis ſon rebord ſupérieur & poſterieur juſqu'à la cloiſon qui ſépare les deux orbites.

Il y a deux éminences ou proceſſus ſur le bord extérieur de cette orbite, l'une au grand coin *G*, & l'autre au deſſous du petit coin *F*. Celle du grand coin eſt une épiphyſe attachée par ſymphyſe ſur le rebord antérieur de l'orbite; c'eſt une piece d'os très irréguliere qui a quatre côtés. Le côté ſupérieur eſt un peu convexe, il eſt long de 8 lignes. Le côté antérieur eſt droit, mais très inégal, long de 7 lign. Le côté poſtérieur eſt circulaire-concave, long de 7 lignes; il a une apophyſe très petite à ſa partie ſupérieure. Le côté inférieur forme une ligne droite un peu inégale, longue de 3 lign. L'allongement des extrémités inférieures forme deux petites apophyſes, l'une antérieure, l'autre poſtérieure. Il y a ſous cette épiphyſe pluſieurs cartilages à reſſort ſemblables à ceux du Coq-d'Inde.

L'autre éminence *FO* eſt une apophyſe qui eſt une continuité de la partie poſtérieure du crâne; ſa direction eſt de haut en bas, & obliquement de la partie poſtérieure à la partie antérieure; elle eſt à-peu-près triangulaire, & ſe termine en pointe, elle eſt longue de 6 lignes & large de cinq. Il y a 8 lignes ½ de l'extrémité inférieure de cette apophyſe à l'extrémité inférieure de l'épiphyſe *G* dont nous venons de parler. Cet endroit eſt rempli par une aponévroſe qui va de l'extrémité de l'apophyſe à l'extrémité de l'épiphyſe.

Il y a encore une apophyſe *I* à la partie poſtérieure inférieure & interne de l'orbite; c'eſt une continuité d'un os ſitué à la partie antérieure du trou de l'oreille. Cette apophyſe s'éleve de la partie latérale antérieure

une partie de la groſſe glande qui ſe trouve au grand coin, d'autres ſont relevés en boſſe, &

rieure de cet os. Sa direction eſt oblique de bas en haut & vers le fond de l'orbite: elle eſt longue de 4 lign. $\frac{1}{2}$, large de 4 lign. à ſa baſe, épaiſſe de deux tiers de ligne; elle forme un triangle, & ſe termine en pointe à ſa partie ſupérieure.

La cloiſon qui ſépare les deux orbites eſt une lame entierement oſſeuſe, un peu tranſparente, à cauſe de ſon peu d'épaiſſeur, qui n'eſt pas d'un quart de ligne. Elle eſt à-peu-près ronde, un peu inégale; elle paroit continue avec l'os qui forme l'orbite; elle a 7 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre. Elle a deux trous preſque ronds, un peu ovales à ſa partie poſtérieure; le ſupérieur a une ligne $\frac{1}{2}$ de diametre, il donne paſſage au nerf optique. Le ſecond trou donne paſſage à la 3me & 4me paire de nerfs, il a une ligne de diametre, il eſt au deſſous du premier trou.

On voit à la partie ſupérieure poſtérieure un trou à-peu-près ovale, il a 3 lign $\frac{1}{4}$ de grand diametre, 2 lign. $\frac{1}{2}$ de petit diametre; il eſt bouché d'une membrane, quelquefois d'un cartilage très mince. Il y a un autre trou irrégulier à la partie antérieure de celui que je viens de décrire, qui donne paſſage au nerf olfactif, qui n'eſt qu'une partie griſe du cerveau, que l'on peut appeller *proceſſus mamillaire*, & qui continue ſon chemin dans une rigole ou rainure creuſée dans l'épaiſſeur de la partie ſupérieure interne de l'orbite juſqu'à l'organe de l'odorat: le proceſſus mamillaire y eſt enfermé au moyen d'une membrane qui couvre cette rigole.

L'orbite du Canard (*Fig.* 5.) eſt ſemblable à celle de l'Oye. Toutes les parties qu'on y remarque ſont les mêmes & dans la même ſituation; elles ſont plus petites à proportion de leur grandeur. Je vais ſeulement marquer les différences qui s'y trouvent.

L'épiphyſe (*Fig.* 5.) qui eſt au grand coin de l'orbite G eſt plus grande que celle de l'Oye. Le côté ſupérieur eſt long de 10 lignes à l'endroit où elle eſt attachée. Le côté antérieur eſt long de 8 lignes, & eſt circulaire-concave. Le côté poſtérieur eſt auſſi circulaire-concave; il eſt long d'un angle à l'autre de 6 lign. La petite apophyſe qui eſt à ſa partie ſupérieure,

& ont des cavités qui communiquent avec celle du nez.

La peau des paupieres eſt parſemée de petits paquets de poils qui reſſemblent à de très petites plumes, ce ſont des filets ſurmontés d'une aigrette formée par des poils, ils ſont quelquefois en très petite quantité, il y en a ſur le rebord des paupieres à la place des cils; l'extrémité de chacun de ces paquets ſe termine en pointe; ils ſont en plus grande quantité, plus gros & plus longs à la paupiere ſupérieure qu'à la paupiere inférieure; ils ſont longs à la ſupérieure de 2, 3 à 4 lignes, mais à la paupiere inférieure, ils n'ont qu'une ligne juſqu'à trois de longueur où ils ſont clairſemés; ils incommoderoient trop la paupiere, lorſqu'elle ſe pliſſe pour s'abbaiſſer.

Le rebord des paupieres m'a paru godronné dans quelques jeunes Coqs-d'Inde, le fond de chaque godron étoit blanc & formoit une ligne blanche, la partie ſupérieure du godron étoit noire & formoit une ligne noire *.

J'ai

n'eſt preſque pas apparente; la partie inférieure eſt large de 3 lignes.

L'apophyſe *FO* qui eſt à la partie inférieure du petit coin de l'orbite, eſt ſemblable à celle de l'Oye; elle eſt ſeulement longue de 4 lignes $\frac{1}{2}$, & n'eſt éloignée de l'extrémité de l'épiphyſe que de 2 lignes $\frac{1}{2}$.

* Dans l'Oye les deux paupieres étoient bordées de jaune de la largeur de demi-ligne Il n'y avoit point de cils, on ne voyoit que des plumes très courtes qui garniſſent les deux paupieres.

C'eſt la même choſe dans le Canard, il n'y a point de godron, non plus que dans le Chapon & la Poule; le grand angle eſt éloigné de 5 lignes du petit angle.

La Poule & le Chapon n'ont que très peu de plumes ſur le bord de la paupiere inférieure, & un peu plus ſur la paupiere ſupérieure.

Dans

J'ai mis tremper une de ces paupieres dans l'eau commune pendant quelques jours, ce qui étoit noir eſt devenu d'un rouge-cramoiſi. Dans d'autres Coqs-d'Inde jeunes & vieux, ce godron étoit différent, il étoit plus ſuperficiel, la ligne ſupérieure étoit rougeâtre; je ne trouvois quelquefois point de godron; outre cela il y avoit une ligne noire qui s'étendoit d'un angle à l'autre ſur la ſurface par laquelle les paupieres ſe touchent.

Le Coq-d'Inde n'a point de cartilages * au rebord des paupieres, comme il y en a à l'Homme & aux Animaux à quatre pieds.

J'ai vu un cartilage très mince † *O* (il reſſemble à une membrane cartilagineuſe très flexible) ce cartilage eſt enfermé entre la peau de la paupiere inférieure, & la conjonctive qui couvre cette peau; il eſt rond, liſſe, & un peu tranſparent; il a 4 lignes de diametre; on voit à ſa partie inférieure des fibres muſculeuſes *I G* qui ſont attachées d'un côté au grand coin de l'orbite tout près le point lacrymal inférieur, & de l'autre à l'extrémité de l'apophyſe ‡ *F O* qui eſt au petit coin de l'orbite ‡.

J'ai mis tremper ce cartilage pendant deux jours

Dans le Pigeon il n'y a point de poils ni de plumes, de la largeur de 2 lignes ſur le bord de la paupiere ſupérieure, & il n'y en avoit point de la largeur de 3 lignes ſur le bord de la paupiere inférieure.

* Je n'en ai point remarqué dans l'Oye, le Canard, le Chapon, la Poule & le Pigeon. Il eſt peut-être ſi mou dans ces Oiſeaux, qu'il eſt imperceptible.

† Fig. 1. ‡ Fig. 2.

‡ J'ai vu ces fibres muſculeuſes très rouges dans le Chapon, & dans une Oye que j'avois étranglée; elles reſſembloient à du ſang caillé.

jours dans l'eau, après quoi j'ai obſervé qu'il eſt compoſé de fibres dures, rangées paralleleſment les unes à l'égard des autres; ce cartilage ſert à rendre le rebord de la paupiere inférieure convexe lorſqu'il eſt relevé par les fibres charnues *IG* qui paſſent par-deſſous, comme on l'expliquera dans la ſuite de ce Mémoire *. On voit avec la loupe les glandes ſébacées de Meibomius dans le Dindon & l'Oye; elles ne ſont pas ſi apparentes dans la Poule, le Chapon & le Canard; elles le ſont quelquefois plus à la paupiere ſupérieure qu'à la paupiere inférieure.

Les angles des paupieres ſont éloignés de 7 lignes l'un de l'autre, ils ſont tous deux ſemblables, & l'on n'y remarque aucune des différences que l'on voit dans l'Homme & les animaux à quatre pieds, où le grand coin eſt plus large que le petit coin, & fendu d'une maniere différente. Dans le vivant, ces paupieres ſont écartées l'une de l'autre de 4 lignes $\frac{1}{2}$, & quelquefois moins, & pour-lors la paupiere ſupérieure n'a que peu de courbure, & fait preſque une ligne droite, la paupiere inférieure fait une portion de cercle concave; il n'en eſt pas de même lorſque le Coq-d'Inde eſt mort, on trouve toujours ſes paupieres fermées, bien jointes & unies enſemble †: cette union ſe fait très rarement en ligne

* *Page* 176.

† Dans l'Oye les paupieres ſont écartées, dans le vivant, de 3 lign. $\frac{1}{2}$.

Dans le Canard, de 3 lignes.

Dans la Tourterelle, le Pigeon, le Serain, le Chapon & la Poule, les paupieres ſont fort arrondies dans le

ligne droite, mais le plus ſouvent en ligne courbe, en ſorte que le rebord de la paupiere inférieure eſt concave, & celui de la paupiere ſupérieure eſt convexe, tel qu'il eſt repréſenté au côté gauche de la 1re. Figure: *A* eſt la paupiere ſupérieure, *B* eſt la paupiere inférieure, *C D* les angles des deux paupieres. Ces portions de cercles n'ont pas toujours la même courbure, il y en a dont le rayon eſt de 8 lignes juſqu'à 12.

Lorſque les deux paupieres ſe ferment, la paupiere inférieure s'éleve pour ſe joindre à la paupiere ſupérieure, ſans que celle-ci faſſe aucun mouvement. Ces deux paupieres s'uniſſent par deux plans inclinés, larges de demi-ligne; celui de la paupiere ſupérieure eſt en dehors, celui de la paupiere inférieure eſt en dedans *; c'eſt tout le contraire dans l'Homme. Il eſt d'abord difficile de comprendre comment la paupiere inférieure s'éleve juſqu'à la paupiere ſupérieure, car la paupiere ſupérieure ne ſe baiſſe point du tout. Pour lever cette difficulté, j'ai d'abord fait les obſervations ſuivantes.

J'ai examiné les Yeux d'un Coq-d'Inde vivant, je n'ai vu aucun mouvement ni dans la paupiere ſupérieure, ni dans l'inférieure; il n'y a que la paupiere interne qui, par ſes cille-

le vivant, & forment preſque un cercle. Les coins ſont très peu ſaillans pendant leur vie, mais lorſqu'ils ſont morts, les paupieres ſont fermées comme dans le Coq d'Inde.

* Dans l'Oye, les ſurfaces par leſquelles les deux paupieres ſe touchent, ſont jaunes, & n'ont pas un quart de ligne de largeur.

cillemens, couvre l'œil de moment en moment.

J'ai touché l'œil avec un ſtilet, la paupiere ſupérieure n'a fait qu'un mouvement très leger, & ſi petit qu'elle n'a pas baiſſé d'un demi-quart de ligne; & la paupiere inférieure s'eſt élevée tout au plus d'une ligne, & quelque choſe que j'aye fait, je n'ai pu l'obliger de s'élever plus haut, ce que j'ai pourtant fait, en la pouſſant avec le doigt : la paupiere interne a fait ces cillemens plus fréquens *.

Après cela, j'ai étranglé un gros Coq-d'Inde, la paupiere inférieure s'eſt élevée tranquillement peu à peu, & s'eſt jointe à la ſupérieure, à laquelle je n'ai remarqué aucun mouvement.

Je n'ai trouvé d'autre muſcle dans les paupieres que celui dont j'ai parlé ci-deſſus, qui paſſe ſous le cartilage rond † *O* : ce muſcle *IG*, par ſa contraction, releve le cartilage, & oblige la paupiere inférieure de s'élever juſqu'à la ſupérieure.

Il y a dans le Coq-d'Inde deux points lacrymaux *MI*, dont les ouvertures paroiſſent diſtantes l'une de l'autre de demi-ligne ; le premier & le plus grand *M* eſt à la paupiere ſupérieure *F*, au grand angle que forme le con-

* Tout ce que je viens de dire du mouvement des paupieres & des muſcles du Coq-d'Inde, je l'ai trouvé de même dans l'Oye, le Canard, le Coq, la Poule, le Merle & le Pinçon: mais dans le Pigeon, la Tourterelle, le Serain, la paupiere ſupérieure ſe baiſſe. Nous en parlerons dans le Mémoire de l'Oeil du Chat-huant, dont la paupiere ſupérieure ſe baiſſe.

† Fig. 1.

concours des deux paupieres, ce point lacrymal eſt ouvert en fente longue de deux tiers de ligne, c'eſt l'embouchure d'un canal long de 2 lignes $\frac{1}{2}$; le ſecond point lacrymal *I*, & le plus petit, eſt à la paupiére inférieure *G* au-deſſous du premier, il eſt à deux tiers de ligne de l'angle, ſa figure eſt à peu près ovale, c'eſt l'embouchure d'un canal large d'une ligne $\frac{1}{4}$, & long comme le précédent; ces deux canaux ne ſont ſéparés l'un de l'autre que par une membrane très fine, de la longueur & de la largeur des canaux; ils ſe réuniſſent tous deux, & produiſent un conduit * *G* qui n'a d'abord que 2 lignes $\frac{1}{2}$ de largeur, mais il s'élargit peu-à-peu, c'eſt le canal lacrymal; il fait un contour qui forme une arcade dans la vacuité qui eſt à la partie antérieure de l'œil vers le grand coin où il forme une eſpece de cul-de-ſac *H*, & va finir dans le lacunar par une embouchure de 4 ou 5 lignes du côté de la gorge; la largeur de ce conduit eſt cauſe que le Sang y paſſe lorsqu'on égorge le Coq-d'Inde, & remonte juſques ſur le globe de l'œil par les points lacrymaux, comme je l'ai vu pluſieurs fois †.

Pour

* Fig. 6.

† Le Coq, la Poule & le Pigeon ont ces points lacrymaux à-peu-près de la même forme que ceux du Coq-d'Inde, mais plus petits. Le canal lacrymal n'y fait que très peu de détour pour ſe terminer dans le lacunar.

Dans le Pigeon le conduit lacrymal paſſe par deſſus le coin de l'orbite; il ſe continue directement vers la partie antérieure du nez, où il ſe décharge.

Je n'ai trouvé dans l'Oye qu'un point lacrymal au grand coin de l'œil, tout près de l'angle des paupieres. Je n'ai pu y introduire qu'une ſonde d'un quart de ligne

Pour bien voir ce canal, il faut faire une ouverture au-deſſous de la paupiere inférieure, on découvre auſſi-tôt une vacuité, à la partie antérieure de laquelle on apperçoit le conduit lacrymal; cette vacuité eſt très irréguliere, elle a la figure d'un triangle dont la baſe a 20 lign. de longueur depuis la partie poſtérieure du nez juſqu'à la partie poſtérieure inférieure de l'œil, le côté antérieur meſuré depuis l'angle antérieur juſqu'au deſſus de l'arcade du conduit lacrymal avoit 10 lignes ½, le côté poſtérieur meſuré depuis l'angle poſtérieur juſqu'au deſſus du trou de l'arcade avoit 13 lign. la ligne tirée depuis l'angle ſupérieur juſqu'à la baſe du triangle étoit longue de 6 lignes, elle étoit profonde de 4 lignes ½. Cette vacuité eſt cauſée par la rondeur de l'œil, & par des muſcles de la mâchoire inférieure qui forment un plan à la partie inférieure de la vacuité: ce qu'il y a de particulier à cette vacuité, c'eſt que l'air extérieur n'y peut entrer par aucun endroit; elle

gne de diametre, mais il s'élargit peu-à peu, & produit un canal d'une ligne ½ de largeur; il eſt long de 8 lignes ½, & va dans le nez par un interſtice de l'os du nez qui eſt à 2 lignes ou environ de l'ouverture extérieure.

J'ai trouvé deux points lacrymaux dans une Oye qui avoient chacun leur conduit de 1 ligne ½ de longueur, & formoient le canal lacrymal.

Le point lacrymal dans le Canard eſt ſi petit, qu'il ne peut y entrer qu'une ſonde d'un huitieme de ligne de diametre.

Le canal lacrymal eſt large d'une ligne, & long de 9; il paſſe par-deſſus le grand coin de l'orbite comme celui de l'Oye, & va de même ſe décharger dans le nez.

elle ne communique point avec le nez, & ne contient aucune liqueur *.

Après avoir emporté la peau des paupieres, on trouve une membrane blanchâtre, dure & épaiſſe, attachée tout le long de la partie ſupérieure de l'orbite depuis l'épiphyſe *G* † qui eſt à la partie antérieure juſqu'à l'apophyſe *FO* qui eſt à la partie poſtérieure de l'orbite; cette aponévroſe eſt moins blanche & moins épaiſſe à ſa partie ſupérieure qu'à ſa partie inférieure, en ſorte que l'on peut diſtinguer deux ſortes de membranes, & même l'on voit que la partie inférieure ſe continue par deſſous la partie ſupérieure juſqu'à la partie interne de l'orbite, le tout large de 2 lignes & demie; elle eſt attachée à la peau juſques ſur le rebord des paupieres. M. du Vernet, ci-devant Profeſſeur au Jardin du Roi, fait mention dans un Manuſcrit que j'ai vu, d'une membrane épaiſſe & blanchâtre qui ne ne paroît garnie d'aucune fibre charnue;

* Dans l'Oye cette vacuité eſt longue de 18 lignes, profonde de 4 lignes $\frac{1}{2}$, haute de 6 lignes; & ſi l'on y comprend la communication qu'elle a par des détours avec la partie ſupérieure de l'œil, elle a 10 lignes $\frac{1}{2}$ de hauteur; le canal lacrymal n'y paſſe point: il y a des branches de nerf de la 5me paire qui paſſent dans cette vacuité.

Cette vacuité dans le Canard eſt longue de 16 lignes, haute de quatre à ſa partie moyenne qui eſt au devant de l'œil, & plus étroite à ſes extrémités. La 3me branche de la 5me paire de nerfs y paſſe, & y fait une arcade, mais le canal lacrymal n'y paſſe point.

Cette vacuité eſt très petite dans le Chapon & dans le Pigeon.

† Fig. 2.

nue; elle tient, dit-il, à toute la circonférence de l'orbite, & c'eſt ſans doute la même dont je viens de parler: mais il ne détermine point l'eſpece d'Oiſeau où il l'a trouvée, ce qui étoit néceſſaire, parce que l'aponévroſe dont je parle ne ſe trouve ſous la paupiere ſupérieure que dans le Coq d'Inde; la choſe eſt bien différente dans l'Oye & dans le Canard, comme on le va voir *.

Il y a une aponévroſe qui enveloppe la partie inférieure de l'œil, elle eſt attachée tout du long de la partie inférieure de la paupiere inférieure depuis les cartilages à reſſort du grand coin de l'œil juſqu'au muſcle indignateur auquel elle eſt adhérente juſqu'au nerf opti-

* Il y a dans la Poule & le Chapon une aponévroſe ſemblable & dans la même ſituation que celle du Coq-d'Inde, large de 2 lignes; elle eſt très fine dans le Pigeon.

On trouve dans l'Oye une partie charnue attachée tout du long de la partie ſupérieure externe de l'orbite en forme de croiſſant, du grand coin au petit coin, & de l'extrémité de l'épiphyſe à l'extrémité de l'apophyſe de l'orbite, de la longueur de 11 lig. $\frac{1}{2}$, elle eſt large de 2 lignes $\frac{1}{4}$ dans ſon milieu, mais il ne paroît aucune fibre dans cette partie charnue; il y a outre cela une aponévroſe qui fait une continuité avec la partie inférieure externe de cette partie charnue, & qui tapiſſe ſa partie interne juſqu'à l'orbite où elle ſe continue avec la membrane qui tapiſſe la ſurface interne de l'orbite. Il y a auſſi une aponévroſe qui envelope & ſoutient la partie inférieure de l'œil qu'elle tapiſſe juſqu'au nerf optique; elle eſt attachée à l'épiphyſe & à l'apophyſe de l'orbite.

Cette partie charnue & l'aponévroſe ſe trouvent de la même figure & dans la même ſituation dans le Canard que dans l'Oye, longue de 7 lign. $\frac{1}{2}$ & large d'une ligne $\frac{1}{2}$.

optique & à la partie osseuse qui en est proche; on voit près de cet endroit une partie charnue où il ne paroît aucune fibre, elle appartient à cette aponévrose à laquelle elle est adhérente; elle est à peu près quarrée, elle a 2 lign. de largeur, & demi-ligne d'épaisseur.

On trouve dans les Oiseaux une membrane plissée dans le grand coin de l'œil, & en cet état, elle a la figure d'un croissant. Quelques Auteurs l'ont appellée *paupiere interne*, ou *troisieme paupiere*; je décrirai cette paupiere dans un autre Mémoire.

On voit à la partie interne de la paupiere interne des Oiseaux un mammelon; c'est l'orifice d'un canal qui vient d'une glande conglomerée placée au grand coin de l'œil; cette glande tient par une aponévrose à la paupiere interne, elle s'étend entre le muscle abbaisseur de l'œil, & le muscle pyriforme; elle est d'un blanc-rougeâtre, & jaune dans quelques Coqs-d'Inde, longue de 4 lignes, large de 3 lignes, & épaisse d'une ligne. J'ai trouvé cette glande différente dans presque toutes les têtes que j'ai disséquées; quelquefois partagée en deux lobes, l'une attachée à la face interne de l'orbite, brune & très irréguliere; l'autre attachée au côté supérieur du muscle oblique inférieur; elle étoit d'une figure conique dont la pointe se trouve à l'insertion de ce muscle, & la base près le nerf optique. Je l'ai vu jaune dans les jeunes Dindons, longue de 7 lignes, large de 3 lignes à sa base, & épaisse d'une ligne $\frac{1}{2}$. Cette glande produit un canal qui transporte la li-

queur qu'elle a filtrée, & qui ſe répand ſous la paupiere interne, par le mammelon dont j'ai parlé.

Il y a au petit coin de l'œil, ſous le bord de l'orbite, une petite glande conglomerée, longue de 3 lignes, large de 2 lignes $\frac{1}{2}$, & épaiſſe de $\frac{5}{4}$ de ligne, rougeâtre, & placée entre l'indignateur & le releveur de l'œil *.

Les

* Dans l'Oye il y a au grand coin de l'œil une pareille glande, elle eſt rougeâtre, ſituée entre l'orbite de l'œil & les deux obliques depuis le côté interne du releveur de l'œil juſqu'au côté interne du baiſſeur. Elle a 7 lignes de longueur, 5 lignes dans ſa plus grande largeur, ſouvent épaiſſe d'une ligne $\frac{3}{4}$. Cette glande a un canal pareil à celui du Coq-d'Inde, & qui s'inſere de la même maniere à la paupiere interne. J'ai trouvé quelquefois une autre glande contiguë à celle que je viens de décrire, plus petite & moins épaiſſe.

Il y a deux glandes au petit coin de l'œil de l'Oye; l'une blanchâtre, tirant ſur le jaune; elle eſt ſemblable à de la graiſſe, longue de 2 lign. $\frac{1}{2}$, large d'une lign. $\frac{2}{3}$, épaiſſe de $\frac{3}{4}$ de ligne. L'autre glande eſt rouge, longue de 2 lignes $\frac{1}{2}$, large de 2 lignes & épaiſſe de demi-ligne. Je n'ai trouvé quelquefois qu'une de ces petites glandes.

Ces glandes, tant celle du grand angle que du petit angle, ſont ſouvent différentes dans les Oyes de pareille grandeur, mais encore dans la même Oye elles ſe trouvent différentes à l'œil droit & à l'œil gauche.

Dans le Canard la glande du grand coin de l'œil occupe la partie antérieure inférieure de ce coin, elle a 6 lignes de longueur, 3 lignes $\frac{3}{4}$ de largeur, 2 lignes d'épaiſſeur. Elle eſt couchée dans ſa longueur par le travers de l'œil, où elle couvre le muſcle baiſſeur de l'œil & le muſcle oblique inférieur qui paſſe dans une échancrure de la glande.

La petite glande occupe la partie antérieure du petit coin de l'œil; elle a 2 lignes de longueur, une ligne $\frac{1}{2}$ de largeur, deux tiers de ligne d'épaiſſeur.

Dans

Les Yeux du Coq-d'Inde ont ſix muſcles deſtinés pour leur mouvement, & deux qui ſervent au mouvement de la paupiere interne.

Des ſix muſcles, il y en a quatre droits & deux obliques, & comme ils ont la même ſituation & le même uſage que ceux de l'Homme & des animaux à 4 pieds, ils doivent avoir les mêmes noms; il y a quelque différence au grand oblique.

* Le releveur de l'œil prend ſon origine de la partie oſſeuſe du fond de l'orbite, ſous l'origine du muſcle abducteur, que l'on nomme auſſi *indignateur*, à la partie latérale ſupérieure du nerf optique, par un principe qui a une ligne de largeur; ce muſcle eſt long de 9 lign. ½ du côté de l'oblique ſupérieur, & de 7 lignes ½ du côté de l'indignateur; il a une ſituation preſque auſſi oblique par rapport à l'axe de l'œil, que l'oblique ſupérieur; il s'inſere obliquement à la partie ſupérieure de l'œil, à 3 lignes ½ de la cornée par-deſſus la partie poſtérieure de l'inſertion du grand oblique, à l'endroit où l'oblique ſupérieur couvre le muſcle marſupial †, à 3 lign. ½ de la cornée, où il couvre le tendon de l'oblique ſupérieur; ſon tendon eſt large de 5 lign. ½, & n'a que 2 lignes de longueur; il releve l'œil.

Le

Dans le Chapon ces glandes ſont dans la même ſituation, à peu près de la même figure, mais elles ſont plus petites.

* Fig. 7. & 8. *A*.

† C'eſt un muſcle de la paupiere interne, à qui l'on a donné mal-à-propos le nom de *quarré*.

* Le muſcle abbaiſſeur de l'œil prend ſon origine de l'os du fond de l'orbite, ſous l'origine des muſcles adducteur & abducteur qui le recouvrent un peu à la partie poſtérieure & latérale inférieure du nerf optique, par un principe large de 2 lignes $\frac{1}{2}$; il s'inſere un peu obliquement à 3 lignes $\frac{1}{2}$ de la cornée où il eſt large de 4 lign. $\frac{1}{2}$ ſous l'inſertion du petit oblique ou oblique inférieur, & par-deſſus l'origine du muſcle pyriforme qu'il couvre en cet endroit; ce muſcle eſt long de 6 lignes $\frac{1}{2}$, & paroît dans une poſition un peu oblique; il baiſſe l'œil.

† Le muſcle adducteur prend ſon origine de l'os du fond de l'orbite à la partie latérale antérieure du nerf optique, par un principe large de 4 lign. $\frac{1}{2}$, quelquefois moins; il s'étend ſur l'origine du muſcle abbaiſſeur, & va s'inſérer à 2 lignes du rebord courbe de la ſclérotique, c'eſt à 4 lignes de la cornée, entre les deux muſcles obliques, où il eſt large de 5 lignes $\frac{1}{2}$, quelquefois moins; il eſt long de 7 lignes $\frac{1}{2}$; il eſt entre le globe de l'œil, & l'oblique ſupérieur en partie au-deſſous; il tire l'œil du côté du nez.

‡ Le muſcle abducteur prend ſon origine de l'os du fond de l'orbite à la partie latérale poſtérieure du nerf optique, auquel il eſt adhérent par-deſſus les muſcles abbaiſſeur & releveur, par un principe large de 2 lignes $\frac{1}{2}$, & s'inſere obliquement à une ligne du rebord courbe de la ſclérotique, c'eſt à 3 lignes de la

* Fig. 7. & 8. *D.* † Fig. 7. & 8. *C.*
‡ Fig. 7. & 8. *B.*

la cornée, entre les muſcles releveur & abbaiſſeur; il couvre une partie du tendon du pyriforme; il eſt long de 7 lignes, & le plus droit de tous les muſcles de l'œil, qu'il tire vers le petit angle.

* Le muſcle appellé *grand oblique* ou l'*oblique ſupérieur*, prend ſon origine entre l'os qui renferme le nerf olfactif & la lame d'os qui ſépare les deux yeux, à la partie antérieure de l'origine de l'oblique inférieur, & aſſez ſouvent au-deſſus, où ces muſcles ſont ſéparés l'un de l'autre; ce muſcle eſt large dans ſon principe de 2 lign. $\frac{1}{2}$, puis il paſſe par-deſſus le muſcle adducteur, & va s'inſérer obliquement deſſous l'inſertion du releveur de l'œil où il eſt large de 5 lign. de ſorte que ſon inſertion eſt entre le releveur de l'œil & le muſcle marſupial dont il couvre une grande partie, & donne des fibres qui ſe croiſent avec celles de ce muſcle; il eſt long de 7 lignes, ſon tendon n'a pas une ligne de longueur; j'ai vu quelquefois le principe de ce muſcle en pointe de cône dont l'inſertion qui en étoit la baſe étoit large de 4 lign. $\frac{1}{2}$, il étoit long de 8 lignes; ce muſcle fait rouler l'œil ſur ſon axe de haut en bas, & en devant.

† Le muſcle appellé *petit oblique* ou l'*oblique inférieur*, prend ſon origine de quelques membranes cartilagineuſes qui ſe trouvent au grand coin de l'œil, & de la partie antérieure de la lame d'os qui ſépare les deux yeux au-deſſous, quelquefois à côté de l'oblique ſupérieur, par un principe de 2 lign. $\frac{1}{2}$ de largeur: ce

* Fig. 7. & 8. *E*. † Fig. 7. & 8. *F*.

ce muſcle a deux inſertions, dont l'une ſe fait ſur la courbure de la ſclérotique au-deſſus de l'inſertion du muſcle abbaiſſeur de l'œil où il a 3 lignes de longueur, & l'autre va s'attacher en partie ſur le muſcle abbaiſſeur & le muſcle pyriforme, & en partie au nerf optique; il eſt large de 2 lignes $\frac{1}{2}$; ce muſcle fait rouler l'œil ſur ſon axe de bas en haut, & en devant *.

Après avoir enlevé les ſix muſcles qui font les mouvemens du globe de l'œil, l'on trouve encore deux muſcles qui ne ſont ni dans l'Homme ni dans les animaux à quatre pieds.

† L'un de ces muſcles a été nommé le *pyriforme*, à cauſe de ſa figure; l'autre le *quarré*, dont il n'a certainement pas la figure, ce qui eſt cauſe que je lui ai donné le nom de *marſupial H*, parce qu'il a la figure d'une gibeciere. L'uſage de ces deux muſcles eſt de tirer la paupiere interne ſur l'œil: j'en donnerai la deſcription dans le Mémoire que je donnerai exprès ſur cette paupiere.

Quoique j'aye donné à ces muſcles, droits & obliques, le même uſage qu'ils ont dans l'Homme & dans les animaux à quatre pieds, je n'ai jamais apperçu ces mouvemens dans les

* Tous ces muſcles ſont les mêmes dans l'Oye & dans le Canard, & ont la même ſituation, mais plus petits à proportion de la groſſeur des yeux. Lorſque les deux muſcles obliques agiſſent en même tems, ils doivent tirer l'œil de maniere que la partie extérieure qui eſt au grand angle s'enfonce dans la partie intérieure de l'orbite, & met les oiſeaux en état de voir des deux yeux les objets qui ſont à la partie antérieure du bec.

† Fig. 7. & 8. *G*, *H*

les yeux du Coq-d'Inde, ni dans d'autres Oiſeaux que j'ai examinés vivans, de quelque maniere que j'aye touché leurs yeux; & de plus voyant le nerf optique ſi court, il ne me paroiſſoit pas qu'il dût avoir un mouvement bien apparent. Néanmoins je me ſuis aviſé de preſſer le globe de l'œil ſur ſa circonférence, il a roulé ſur le nerf optique; car ſi je le preſſois du côté du grand angle, il s'enfonçoit d'une ligne $\frac{1}{2}$ & ſe relevoit d'une ligne $\frac{1}{2}$ du côté du petit angle; & ſi je le preſſois du côté du petit angle, il s'enfonçoit de même d'une ligne $\frac{1}{2}$ au-deſſous de l'orbite, & ſe relevoit d'une ligne $\frac{1}{2}$ au-deſſus du grand angle; & en quelque endroit de la circonférence que je l'aye preſſé, l'œil s'enfonçoit & ſe relevoit de la même maniere. Il s'eſt enfoncé de même aux yeux de l'Oye, du Canard, de la Poule, du Pigeon, mais moins à proportion de leur groſſeur; ainſi quoique je n'aye apperçu aucun mouvement dans leurs yeux lorſqu'ils étoient vivans, il n'y a point de doute que leurs muſcles ne puiſſent les mouvoir.

Il faut prendre garde que l'œil eſt ſaillant environ d'une ligne $\frac{1}{2}$ à la partie ſupérieure de l'orbite & au petit angle, il eſt un peu enfoncé au grand angle; & c'eſt la même choſe à l'Oye, au Canard, à la Poule, & au Pigeon, à proportion de la grandeur de leurs yeux.

La conjonctive eſt noire, d'une ligne de largeur autour de la cornée: elle eſt blanche dans l'Oye & le Canard.

Le globe de l'œil dépouillé de la conjonctive,

tive, des glandes, de la graiſſe, & des muscles, peſe 1 gros 54 grains; il a 12 lignes de diametre horizontal, 11 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre vertical, & 9 lignes d'axe.

La cornée * *HK* avoit 5 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre horizontal, & 5 lign. de diametre vertical; elle étoit épaiſſe d'un demi-tiers de ligne, & avoit un tiers de ligne de biſeau.

La convexité de la cornée faiſoit la portion d'une ſphere qui avoit 6 lignes de diametre, meſurée ſur ſon diametre horizontal, & 5 lignes & demie meſurée ſur ſon diametre vertical.

Le cercle de cette cornée étoit excentrique au globe de l'œil ou de ſon plus grand cercle, en ſorte que le centre de la cornée eſt plus près d'une demi-ligne de l'extrémité du diametre horizontal du globe de l'œil, du côté du grand coin, que le centre du plus grand cercle du globe de l'œil; cette excentricité rend la partie antérieure de la ſclérotique plus ou moins large autour de la cornée.

Cette cornée ſe trouve ſouvent flétrie immédiatement après la mort du Coq-d'Inde, principalement ſi on lui a coupé la gorge, parce que les vaiſſeaux n'étant plus ſi pleins de ſang, les parties s'affaiſſent †.

L'en-

* Fig. 11.

* Dans l'Oye le globe de l'œil peſoit 52 grains, il avoit 9 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre horizontal, 8 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre vertical, & 7 lign. $\frac{1}{2}$ d'axe.

La cornée avoit 4 lignes $\frac{1}{3}$ de diametre horizontal, & 3 lignes $\frac{1}{4}$ de diametre vertical. La convexité de cette cornée, meſurée ſur ſon diametre horizontal, faiſoit la portion d'une ſphere de 5 lignes de diametre; mais

L'endroit le plus étroit de la circonférence de la partie antérieure de la ſclérotique eſt un peu au-deſſus du grand angle *N*, il eſt de 3 lignes de largeur; l'endroit le plus large de cette même circonférence eſt au-deſſus du petit angle, il a 4 lign. de largeur. On ne peut meſurer ces endroits avec toute la préciſion poſſible, à cauſe de la courbure irréguliere de la ſclérotique; cela eſt ſujet à quelques variations *.

J'ai trouvé 4 grains ½ d'humeur aqueuſe †, outre cela on en trouve encore entre la rétine & l'humeur vitrée juſqu'à 16 grains. L'humeur vitrée *G* avoit la conſiſtence de blanc d'œuf; il faut pour cela ouvrir la membrane à la partie latérale du globe: ‡ j'en ai trouvé de

mais étant meſurée ſur ſon diametre vertical, elle faiſoit la portion d'une ſphere qui avoit 4 lignes de diametre.

* Le cercle de la cornée eſt excentrique au plus grand cercle du globe de l'œil dans l'Oye, le Canard, la Poule & le Pigeon, mais moins que dans le Coq-d'Inde à proportion de leur groſſeur.

Dans le Canard le globe de l'œil avoit 7 lignes de diametre horizontal, 5 lignes ½ de diametre vertical, & 5 lign. ½ d'axe; le globe peſe 21 grains.

La convexité de la cornée fait la portion d'une ſphere qui a 4 lign. ¾ ſur ſon diametre horizontal, & 4 lig. ½ ſur ſon diametre vertical.

J'ai vu des yeux de gros Poulets qui avoient 8 lignes de diametre, & 5 lignes d'axe.

J'ai diſſequé un Canard d'Inde, dont la cornée avoit 4 lignes ½ de diametre horizontal & 4 lign. de diametre vertical.

† Dans l'Oye il y a trois grains d'humeur aqueuſe, le cryſtallin peſe 3 grains, & l'humeur vitrée avec laquelle il y avoit de l'humeur aqueuſe, 34 grains. La ſclérotique a un ſixieme de ligne d'épaiſſeur.

‡ *V. M. Antoine, Deſcription de l'Oeil, dans ſon Traité des maladies de l'Oeil, chap.* 12.

de même dans les Poiſſons, comme la Carpe, le Brochet, &c.

* La ſclérotique eſt la membrane de l'œil la plus forte & la plus épaiſſe, elle a $\frac{1}{4}$ de ligne d'épaiſſeur à ſa partie poſtérieure; ce n'eſt pas la même choſe à ſa partie antérieure: l'on y trouve deux membranes, la premiere eſt extérieure, blanche & opaque, épaiſſe d'un ſixieme de ligne; la ſeconde eſt interne, elle a environ un douzieme de ligne d'épaiſſeur, & eſt tranſparente; elles renferment des parties oſſeuſes, plattes & à peu près quarrées, mais dont les côtés ſont irréguliers; elles ſont jointes & unies les unes avec les autres en forme de tuile, & forment une bande circulaire † *A B A D* autour de la cornée *C*; on trouve pour l'ordinaire 15 pieces, quelquefois plus, quelquefois moins, épaiſſes d'un quart de ligne juſqu'à un ſixieme, elles ſont preſque auſſi larges que longues, mais irrégulieres, les unes le ſont de 2 lign. $\frac{3}{4}$, ce ſont celles qui ſont à la partie ſupérieure, les autres ont 2 lign. ce ſont celles qui ſont à la partie inférieure; & entre celles-ci il y en a quelques-unes qui n'ont qu'une ligne $\frac{3}{4}$, principalement au-deſſous du grand coin; l'on voit quelques-unes de ces pieces qui couvrent des deux côtés les pieces qui ſont à leurs parties latérales, ce qu'on peut remarquer dans la figure en *D* ‡.

M.

* Fig. 11. *G G*. † Fig. 9.

‡ L'Oye, le Canard, la Poule, le Pigeon ont les mêmes pieces oſſeuſes en même nombre, mais plus petites à proportion de leurs yeux.

* M. Mery a trouvé la ſclérotique dans l'Autruche, compoſée d'une double membrane, l'extérieure opaque, & l'intérieure transparente; il a auſſi fait voir que dans l'Aigle, le Caſoard, & le Corbeau, il y a un cercle oſſeux entre la ſclérotique & la cornée, il paroît comme formé par des écailles ſemblables à celles des Poiſſons, & placées de la même maniere les unes ſur les autres : il n'entre pas dans un plus grand détail.

L'uvée eſt d'un jaune rembruni à ſa partie antérieure, & quelquefois très brune, à peine pouvoit-on voir la prunelle à travers la cornée †; je l'ai examinée après avoir enlevé la cornée, elle avoit une ligne de largeur du côté du grand angle, & une ligne $\frac{1}{4}$ du côté du petit angle; ainſi le cercle de la prunelle eſt excentrique ‡ au cercle de la cornée, en s'approchant du grand coin de l'œil, & nous avons vu ci-deſſus que le cercle de la cornée eſt excentrique au plus grand cercle de l'œil, en s'approchant du grand coin de l'œil, ce qui doit contribuer beaucoup à la perfection de la viſion dans les Oiſeaux. L'on apperçoit à la

* *V. du Hamel, Hiſt. Reg. Scient. Acad. p.* 259. *edit.* 1701.

Anc. Acadén. Tome II. p. 24. & 118.

† L'uvée eſt de couleur griſe-cendrée dans l'Oye & dans le Canard à ſa partie antérieure & poſtérieure, car pour l'ordinaire le mucus noir qui eſt à la partie poſtérieure, reſte ſur le cryſtallin & l'humeur vitrée, ſur-tout à l'Oye.

Dans le Coq, la Poule, l'uvée eſt d'un jaune doré, ſans mêlange d'autre couleur.

‡ Cette excentricité ſe trouve dans l'Oye, le Canard, la Poule & le Pigeon.

à la partie poſtérieure de cette uvée, des rayons qui ſont très fins, principalement lorſqu'on l'a fait un peu bouillir dans l'eau; lorſque l'on a emporté le mucus noir qui eſt derriere l'uvée, elle reſte blanche & transparente; elle ne paroiſſoit avoir qu'un vingtieme de ligne d'épaiſſeur; la prunelle avoit 2 lignes de diametre *.

La choroïde eſt toute noire dans ſes deux ſurfaces: je l'ai lavée, je n'ai pu ôter tout l'enduit noir qui y étoit: on n'y trouve point d'autre couleur. Elle eſt de la même fineſſe que l'uvée †, & eſt toute rayonnée autour de l'uvée, de la largeur de 2 lignes au-deſſus du grand coin, puis ces rayons augmentent de longueur haut & bas juſqu'au petit coin, où elle ſe trouve rayonnée de la largeur de 3 lignes $\frac{1}{4}$.

Les proceſſus & les ligamens ſont tous noirs; les uns qui ſont les plus courts, paroiſſent partir de l'uvée; les plus longs paroiſſent partir de la choroïde: ils ſont entremêlés & font deux bandes circulaires aſſez mal formées.

La rétine n'a rien de particulier, elle eſt plus épaiſſe que la choroïde.

Le cryſtallin ‡ *I* a 4 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre, & 2 li-

* La prunelle a 2 lignes de diametre dans l'Oye, de même dans le Canard d'Inde.

† On trouve dans l'Oye, le Canard & la Poule la même choſe que dans le Coq-d'Inde. Le cryſtallin a 3 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre, & 2 lignes $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur. Sa convexité faiſoit la portion d'une ſphere qui a 5 lignes de diametre, & la poſtérieure 3 lig. $\frac{1}{2}$; il étoit très mou.

‡ Fig. 11.

2 lignes $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur ou d'axe; j'en ai vu qui avoient 3 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre, & 2 lignes $\frac{1}{2}$ d'axe; j'ai trouvé des cryſtallins qui n'avoient que 3 lignes de diametre dans des yeux dont le globe étoit de 11 lignes de diametre; j'ai trouvé un grain d'humeur aqueuſe ſous ſa capſule, dans d'autres moins, & même point du tout; le cryſtallin peſoit 4 grains $\frac{1}{2}$.

La convexité de ce cryſtallin faiſoit la portion d'une ſphere à ſa partie antérieure dont le diametre étoit de 6 lignes, & la convexité poſtérieure faiſoit la portion d'une ſphere dont le diametre étoit de 4 lignes $\frac{1}{2}$; j'ai trouvé, mais rarement, dans d'autres Coqs-d'Inde une égale convexité, je l'ai une fois rencontré plus convexe à la partie antérieure qu'à la poſtérieure; ce cryſtallin m'a paru rangé quelquefois obliquement, en ſorte qu'il ſe trouvoit un peu plus enfoncé du côté du grand coin de l'œil, & plus relevé du côté du petit coin, ce qui eſt très difficile à obſerver, parce que lorſque l'on ouvre l'œil, on le preſſe, & on a tout lieu de croire que l'on dérange le cryſtallin; ainſi je ne donne pas ceci comme une choſe bien prouvée, mais qui demande encore d'autres obſervations.

Les deux nerfs optiques * *CD* s'uniſſent en *E* ſur la ſelle ſphénoïde en ſortant du cerveau; chacun de ces nerfs ſe diviſe en quatre ou cinq cordons †, les cordons du nerf du côté

* Fig. 10. & 11.

† Dans l'Homme ils ſe diviſent en pluſieurs lames. *Voy. Mém. de l'Acad.* 1726. *p.* 97.

côté droit paſſent entre les cordons du nerf du côté gauche en forme de ſautoir ou croix de * S^t. André, puis ils ſe réuniſſent chacun de leur côté pour former les mêmes nerfs, & dans ce paſſage le nerf du côté droit devient le nerf du côté gauche, & va s'inſérer à l'œil gauche, & le nerf du côté gauche devient le nerf du côté droit, & va s'inſérer à l'œil droit, en paſſant, chacun de ſon côté, par le trou ovale qui eſt à la partie poſtérieure de la cloiſon qui ſépare les deux orbites, & dont j'ai parlé ci-deſſus; ces nerfs ſont longs de 2 lignes $\frac{1}{2}$ depuis l'angle antérieur qu'ils forment par leur union, juſqu'à leur inſertion au globe de l'œil (il faut meſurer ces nerfs ſur la tête même, car ils s'allongent en les diſſéquant) ces nerfs ne ſont pas tout-à-fait ronds, ils ont 2 lignes de grand diametre, & une ligne $\frac{3}{4}$ de petit, ils s'inſerent à la partie poſtérieure, à une ligne $\frac{3}{4}$ de l'extrémité de ſon axe obliquement de haut en bas; chaque nerf perce la ſclérotique qui lui fournit une enveloppe, & dans cet endroit, diminuant des trois quarts de ſa groſſeur † *EL*, ce qui reſte eſt rond, & n'eſt nullement applati, comme je l'ai fait voir; lorſqu'il eſt dans la capſule que lui fournit la ſclérotique, il ſe détourne en s'allongeant de haut en bas & obliquement de derriere en devant dans le fond de l'œil, de la longueur de 5 lignes ſelon la direction du muſcle pyriforme à la partie latérale poſtérieure de ce muſ-

* Fig. 11. † Fig. 10.

muſcle; l'allongement de ce nerf * forme une ligne courbe, à cauſe de la rondeur de l'œil; il diminue peu-à-peu, & ſe termine en pointe *E*; il eſt fort adhérent dans ſa capſule de la longueur de 3 lignes $\frac{1}{2}$, il ne l'eſt point ou très peu du côté de ſa pointe de la longueur d'une ligne $\frac{1}{2}$.

† Il ſort de la longueur de ce nerf une membrane noire entre la rétine & la choroïde, ce nerf paroît très blanc aux deux côtés de ces membranes; cette membrane eſt appellée *Bourſe* par quelques Auteurs qui ont cru qu'elle reſſembloit à une bourſe, elle ne lui reſſemble en aucune maniere dans le Coq-d'Inde, l'Oye, le Canard, la Poule & le Pigeon, elle a la figure d'un trapézoïde, quelquefois celle d'un trapeze, comme elle eſt repréſentée dans la figure; elle a 5 lignes de baſe, 3 lignes $\frac{1}{2}$ de largeur à ſa partie ſupérieure, qui eſt quelquefois parallele à ſa baſe, les deux autres côtés de cette membrane ſont longs de 2 lignes $\frac{1}{2}$ chacun, le côté antérieur eſt quelquefois plus long que le poſtérieur, elle eſt compoſée de fibres à peu près paralleles dont la direction eſt de la baſe à la partie ſupérieure où elle eſt plus épaiſſe, peut-être par un entrelacement de ſes fibres les unes avec les autres, & qui y forme une eſpece de cordon épais d'un ſixieme de ligne, & la membrane pa-

* Dans l'Oye le nerf optique eſt long de 2 lign. $\frac{1}{4}$, épais de 2 lignes.

Dans la Poule directement, je l'ai vû baiſſer de haut en bas à la partie latérale poſtérieure du cryſtallin.

† Fig. 10. *EFGL*.

paroiſſoit épaiſſe d'un douzieme de ligne, & quelquefois d'un ſeizieme [a].

Il ſort de l'angle antérieur & ſupérieur, un filet tranſparent [b] *F* très fin & blanc, qui s'attache à la partie latérale de la capſule du cryſtallin, & non pas au cryſtallin, comme l'a dit un Auteur [c]; il eſt très difficile à appercevoir, à cauſe de ſa tranſparence & de ſa fineſſe, je n'en ai quelquefois point trouvé, & j'ai vu l'angle antérieur de cette membrane attaché immédiatement à la capſule tout près de ſa circonférence, elle traverſe l'humeur vitrée à laquelle elle eſt très adhérente par ſon bord ſupérieur, & très peu par ſes côtés; ces adhérences ſont cauſe qu'elle change de figure lorſqu'on la débarraſſe de l'humeur vitrée, car le tiraillement qu'on eſt obligé de faire, allonge ſes côtés, & c'eſt à quoi il faut bien prendre garde.

Voilà une deſcription de cette membrane, bien différente de celle que quelques Auteurs ont donnée [d]. Olaüs Borrichius [e] dans ſon anato-

a Dans l'Oye la membrane noire étoit compoſée de même que celle du Coq d'Inde & de la même figure; elle avoit 3 lign. $\frac{1}{2}$ de baſe, 2 lign. $\frac{1}{2}$ à ſa partie ſupérieure, & une ligne $\frac{1}{4}$ de hauteur. Elle avoit la même ſtructure dans le Canard, la Poule, le Pigeon, la Pie, le Corbeau, mais plus petite.

b Fig. 10.

c *M. Perrault, Oeuvr. de Phyſiq. Tome III. des Animaux, Part. 1. page 343.*

d *V. les Oeuvres Phyſiques de M. Perrault, in 4. p. 343. 344. & 345.*

V. anc. Acad. Tome III. Part. 2. pag. 98. Reg. Scient. Academ. hiſtor. 1701. p. 507.

e *Ex Actis Hafnienſibus, vol. 1. n. 2. & Blaſius, Anat. anim. p. 136.*

anatomie de l'Aigle, a parlé de cette membrane, voici ce qu'il en dit, *membrana ſubnigricans & in plicas corrugata, nervoque optico in longum expanſo continua, medium digitum lata erat, tota vaſis diſtincta ſanguineis ſecundum longitudinem rugarum.*

M. de la Hire *, de l'Académie Royale des Sciences, croit que c'eſt un muſcle dont les fibres charnues vont toutes ſe terminer à un filet qu'il appelle *tendon*, & qui, ſelon lui, tire le cryſtallin vers le fond de l'œil lorſque les Oiſeaux veulent voir les objets des deux yeux, avec perception. Si l'on examine bien la ſituation des fibres qui compoſent cette membrane, on trouvera,

1°. Qu'elles ſont paralleles, ou preſque paralleles, & ſe terminent toutes au côté ſupérieur.

2°. Que le cordon qu'on regarde comme un tendon, n'eſt pas ſi gros qu'une des fibres de cette membrane, & qu'il eſt ſi délicat qu'il ſe rompt avec une très grande facilité; il n'auroit pas aſſez de force pour tirer à lui le côté du cryſtallin auquel, ſelon M. de la Hire, il eſt attaché.

3°. Que tout le bord où ſe terminent les fibres de cette membrane eſt très adhérent à la membrane hyaloïde, en ſorte que ſi ces fibres étoient capables de contraction, elles tireroient l'humeur vitrée, & par conſéquent le cryſtallin tout entier; il n'y a pas d'apparence que cela ſe puiſſe faire, parce que tout eſt plein dans l'œil.

4°. Les

* *V. Hiſtor. Acad. du Ham. an.* 1701. *p.* 509.

4°. Les yeux d'Autruche, & de toutes les eſpeces de Chathuans ſont diſpoſés de maniere qu'ils peuvent facilement voir les objets des deux yeux, auſſi-bien que l'Homme; ainſi la membrane noire leur ſeroit inutile.

5°. Les autres Oiſeaux qui veulent voir avec perception, ne regardent les objets que d'un ſeul œil avec attention; toutes ces choſes prouvent aſſez non-ſeulement que ce n'eſt pas un muſcle, mais encore qu'il eſt inutile qu'il ſoit un muſcle.

Pour trouver l'uſage de cette membrane, il faut 1°. prendre garde qu'elle eſt noire.

2°. Qu'elle n'eſt point recouverte par la rétine qui tapiſſe la choroïde qui eſt auſſi noire.

3°. Qu'elle eſt poſée obliquement par le travers du fond de l'œil.

4°. Que l'endroit où le nerf optique perce l'œil, eſt très poſtérieur aux oiſeaux.

5°. Que le cryſtallin eſt plus convexe dans les Oiſeaux que dans l'Homme.

6°. Que l'axe de l'œil eſt plus court du quart que ſon diametre.

7°. Que lorſque les deux muſcles obliques agiſſent en même tems avec le muſcle adducteur, ils doivent faire tourner le globe en portant ſon grand coin vers la partie interne du grand coin de l'orbite.

Cela poſé, cette membrane eſt capable par ſa noirceur, d'abſorber les rayons de lumiere qui partent des objets qui ſont à côté de la tête, & qui entrent directement dans les yeux.

Lorſqu'un Oiſeau regarde un objet des deux yeux

yeux, les rayons réfléchis de cet objet entrent obliquement dans les yeux, à cauſe de la ſituation de la cornée & du cryſtallin, & vont ſe rendre au fond de l'œil, & aux environs du nerf optique: mais ces rayons y entrent par des lignes paralleles à la membrane; ils ne la rencontrent point; les rayons qui entrent dans l'œil par des lignes perpendiculaires au plan de la cornée, rencontrent cette membrane, & y ſont abſorbés, auſſi-bien que ceux qui viennent de la partie latérale poſtérieure; c'eſt ce que j'ai fait voir à l'Académie dans un œil artificiel dans lequel j'ai fait placer cette membrane dans la même ſituation qu'elle ſe trouve dans le Coq-d'Inde. On peut ajouter à tout cela, que l'action des deux muſcles obliques qui tirent les yeux en même tems vers la partie interne de l'orbite, met les yeux en état de recevoir moins obliquement les rayons qui partent de la partie antérieure du bec. Quoique cet uſage paroiſſe vrai ſemblable, il laiſſe pas d'y avoir des difficultés: je tâcherai de les applanir par mes obſervations & mes expériences.

EXPLICATION DES FIGURES.

LA *Figure* 1, repréſente une Tête de Coq-d'Inde, avec la peau & les plumes; on a ôté la mâchoire inférieure, & diſſequé les paupieres.

A, l'extrémité antérieure du bec.
B, la partie poſtérieure de la tête.
C, le côté extérieur de l'œil qui eſt le petit coin.

D, le ſinciput.
E, le deſſous de la gorge.
FG, les paupieres ſupérieure & inférieure rejettées vers le bec.
IG, les fibres charnues qui relevent le cartilage *O*.
I, le point lacrymal inférieur qui eſt au-deſſous du grand coin des paupieres.
K, la partie ſupérieure de la troiſieme paupiere.
L, la partie ſupérieure de la mâchoire ſupérieure.
M, le point lacrymal ſupérieur qui eſt au-deſſus du grand coin des paupieres.
N, le palais.
O, le cartilage ovale de la paupiere inférieure.
P, la partie poſtérieure de l'oreille.
R, la partie latérale externe du globe de l'œil.
S, l'extrémité du tendon du muſcle pyriforme qui ſe joint à la partie inférieure de la troiſieme paupiere.

La petite Figure *ABCD* qui eſt au côté gauche, repréſente l'union des deux paupiéres.
A, la paupiere ſupérieure.
B, la paupiere inférieure.
C D, les deux angles des paupieres.

La *Figure* 2, repréſente le ſquélete de la Tête.
A, l'extrémité antérieure du bec.
B, la partie poſtérieure du crâne.
C, le

C, le côté poſtérieur de l'orbite qui eſt le petit coin de l'orbite.
D, le ſinciput.
EN, le filet oſſeux qui eſt une continuité de la mâchoire ſupérieure.
FO, l'apophyſe de la partie poſtérieure de l'orbite.
CG, l'orbite de l'œil.
G, l'épiphyſe de la partie antérieure au grand coin de l'orbite.
H, l'endroit où il n'y a que des cartilages.
I, l'apophyſe de l'os qui eſt à la partie antérieure de l'oreille.
KM, le fond de l'orbite, c'eſt la lame d'os qui fait la cloiſon qui ſépare les deux orbites.
K, le trou par où paſſe le nerf optique à la partie poſtérieure de cette lame d'os.
L, la partie ſupérieure de la mâchoire ſupérieure.

La *figure* 3. repréſente la Tête de l'Oye avec la peau & les plumes.

A, l'extrémité antérieure du bec.
B, la partie poſtérieure de la tête.
C, le côté poſtérieur de l'œil qui eſt le petit coin de l'œil.
D, le ſinciput.
E, le deſſous de la gorge.
G, le côté antérieur de l'œil qui eſt le grand coin de l'œil.
L, la partie ſupérieure de la mâchoire ſupérieure.
N, le coin de la bouche.

La *Figure* 4, repréſente la Tête de l'Oye dénuée de ſes parties charnues. Cette figure a les mêmes lettres que la *fig.* 2. & aux mêmes endroits, où l'on doit avoir recours.

La *Figure* 5. repréſente la Tête du Canard dénuée de ſes parties charnues. Cette figure a auſſi les mêmes lettres que la *fig.* 2. & aux mêmes endroits.

Il y a de plus à chacune de ces deux figures la lettre *R* qui dénote la largeur du bec.

La *Figure* 6. repréſente une Tête de Coq-d'Inde, l'on y voit la paupiere interne ou troiſieme paupiere tirée pour la plus grande partie ſur l'œil & le cul-de-ſac du canal lacrymal.

A, *B*, *C*, *D*, *L*, *N*, *P*, *R*, marquent les mêmes parties que l'on voit dans la *Fig.* 1.

KS, la troiſieme paupiere tirée ſur le globe de l'œil.

M, le point lacrymal ſupérieur.

I, le point lacrymal inférieur.

IHG, le canal lacrymal, *H*, le cul-de-ſac, *G*, ſa partie inférieure, au deſſous de laquelle on voit ſon débouchement par le palais *F*.

La *Figure* 7, repréſente l'œil droit vu par la partie poſtérieure, pour faire voir tous les muſcles en ſituation; les glandes ont été enlevées.

A, le muſcle releveur.

B, l'abducteur ou indignateur.

C, l'adducteur ou liſeur.

D, le baiſſeur ou l'humble.

E, l'o-

E, l'oblique ſupérieur. } *Ces deux muſcles ne ſont pas bien repréſentés.*
F, l'oblique inférieur. }
G, le muſcle pyriforme.
H, le muſcle appellé *quarré* par les Auteurs, & que j'appelle *marſupial.*

La *Figure* 8, repréſente le même œil avec les muſcles diſſéqués, déſignés par les mêmes lettres, où l'on a ajouté *I* pour le tendon du pyriforme, & *L* pour le nerf optique.

La *Figure* 9, repréſente les parties oſſeuſes de la partie antérieure de la ſclérotique.

A B A D, la bande circulaire formée par les parties oſſeuſes.
C, la cornée.
D, les parties oſſeuſes les plus grandes.

La *Figure* 10, repréſente les nerfs optiques avec la membrane noire appellée *Bourſe*, & l'inſertion de ce nerf à la partie poſtérieure des yeux.

A B, les deux yeux vus par leur partie poſtérieure.
C, les nerfs optiques unis ſur la ſelle ſphénoïde, & leur inſertion aux deux yeux, l'angle de cette union y eſt repréſenté plus aigu & plus naturel qu'il n'eſt dans la *Fig.* 11.
D D, ces mêmes nerfs optiques au bout deſquels on voit la partie *E L* tirée de la capſule que lui fournit la duplicature de la ſclérotique.
E F G L, la membrane noire appellée *Bourſe*, qui ſort du nerf optique.
F, le filet de cette membrane qui s'attache à la partie antérieure de la capſule du cryſtallin.

La *Figure* 11, repréſente une coupe horizontale des deux yeux laiſſés en place ſur la Tête du Coq-d'Inde, pour faire voir la véritable ſituation de toutes leurs parties externes & internes, & principalement de la membrane noire appellée *Bourſe*; on y voit auſſi la cloiſon qui ſépare les deux yeux.

A, la partie antérieure du bec du Coq-d'Inde.

B, la partie poſtérieure de la tête.

C, le nerf optique droit.

D, le nerf optique gauche.

E, leur union, elle doit marquer l'angle plus aigu qu'il n'eſt dans cette figure, elle eſt mieux repréſentée dans la *Fig.* 10. Outre cela, ces nerfs ſont décrits trop longs & ne ſont pas aſſez gros, on s'en appercevra bien dans la deſcription.

F, la membrane appellée *Bourſe*, elle s'étend juſqu'à la partie antérieure de la capſule du cryſtallin à laquelle le filet de cette membrane s'attache en *L*. On n'a pu bien repréſenter l'obliquité de cette membrane, qui eſt plus de haut en bas que de derriere en devant; l'on n'auroit pu lui donner que peu de largeur.

GG, l'humeur vitrée.

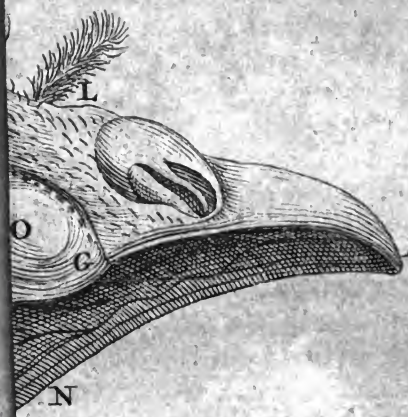
H, la cornée de l'œil gauche.

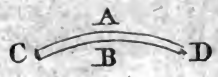
I, le cryſtallin.

K, la cornée de l'œil droit.

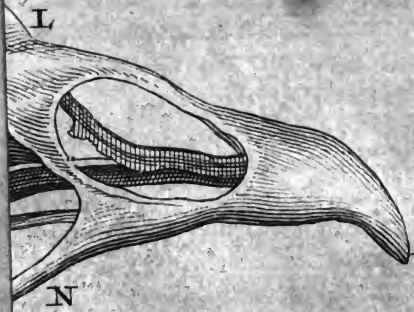
M, le cerveau.

N, la partie antérieure de la ſclérotique





g. II.



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE NAPOLI

Fig. III.

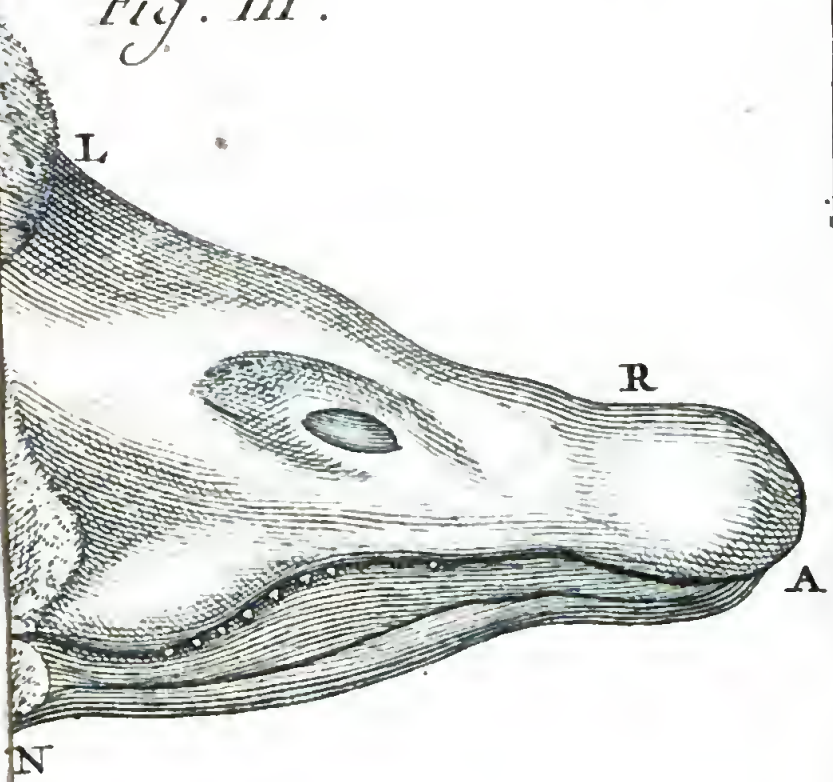
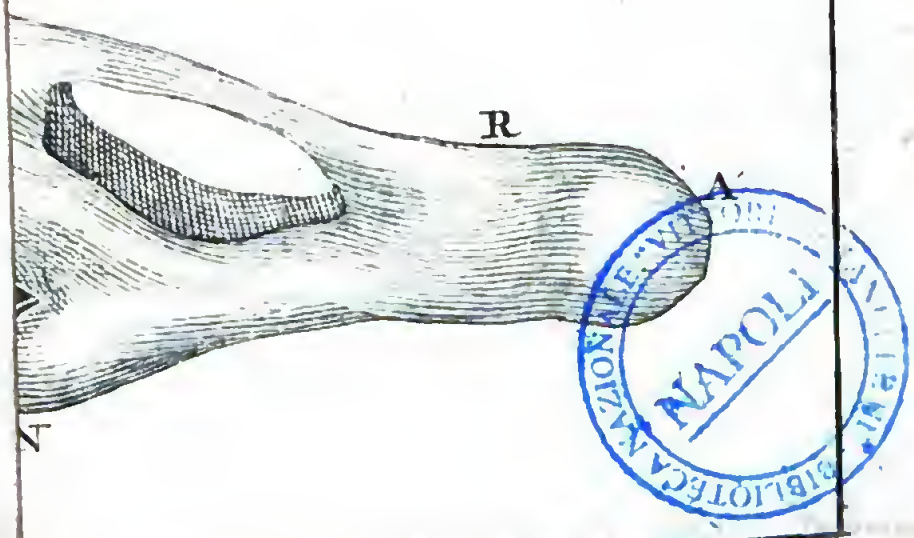
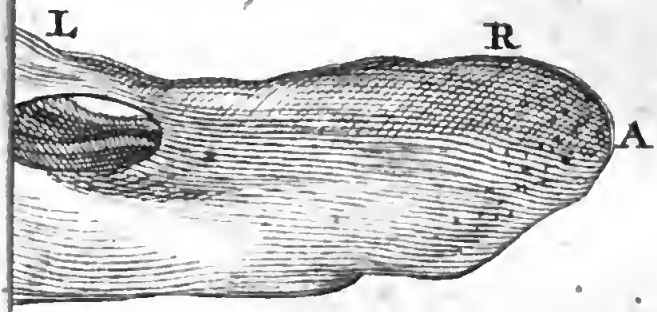
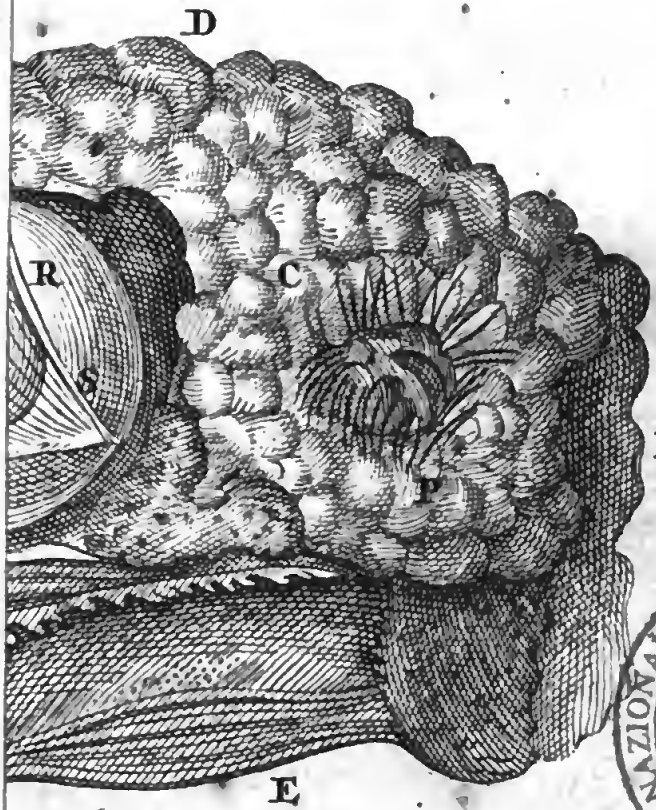


Fig. IV.



BIBLIOTECA NAZIONALE NAPOLI





BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

Fig. VIII.

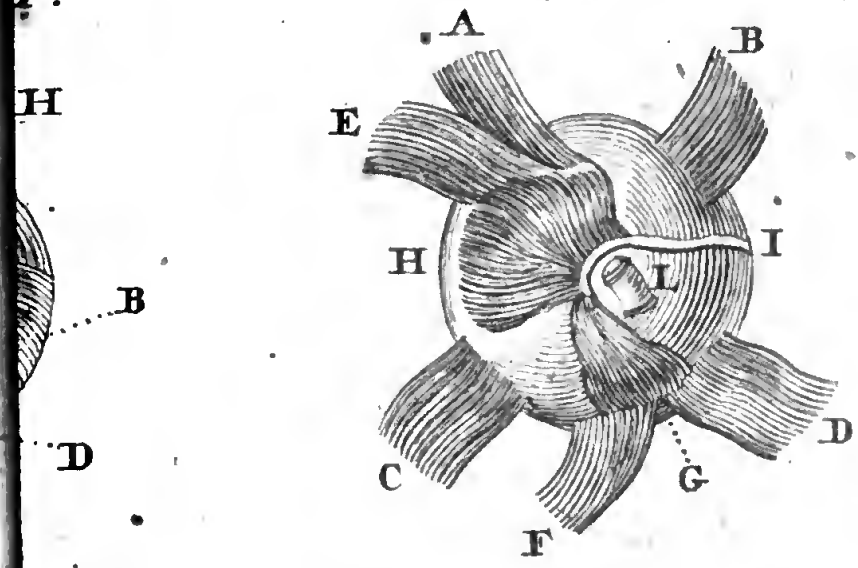
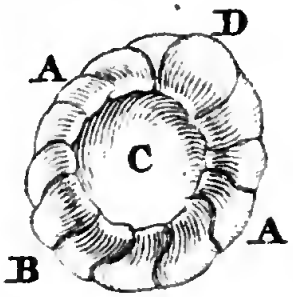


Fig. IX.



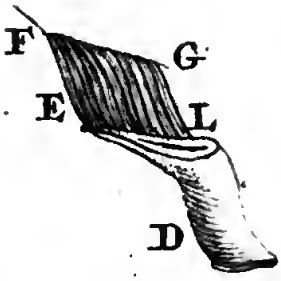
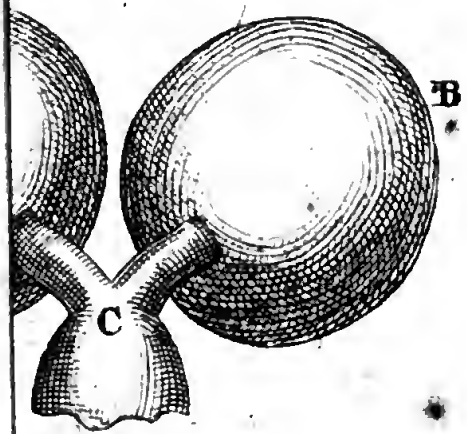


Fig. X.



que plus large que la partie poſtérieure *P*, ce qui marque l'excentricité du cercle de la cornée au plus grand cercle de la ſclérotique; elle marque auſſi la partie antérieure de l'orbite où ſe trouve la vacuité.

OO, la chambre antérieure. } *Ces deux chambres contiennent l'humeur aqueuſe.*
L'uvée eſt entre les *OO* & les *SS*.
SS, la chambre poſtérieure. }
R, la prunelle.
VV, la cloiſon qui ſépare les deux orbites.
L'on n'a pu y mettre ces lettres.

EXPERIENCES SUR LA LONGUEUR DU PENDULE A SECONDES A PARIS;

Avec des Remarques ſur cette matiere, & ſur quelques autres qui s'y rapportent.

Par M. DE MAIRAN. *

IL y a tout lieu d'eſpérer que la Queſtion de la Figure de la Terre ſera bientôt décidée, ſoit par la meſure de pluſieurs Paralleles de France commencée par M. *Caſſini*, & continuée par Mrs. *Maraldi* & *Caſſini* fils, ſoit

* 19 Novemb. 1735.

ſoit par la meſure des degrés de l'Equateur terreſtre à laquelle Mrs. *Godin*, *Bouguer* & *la Condamine* ſont actuellement occupés, ſoit enfin, par les opérations géographiques & aſtronomiques que Mrs. *de Maupertuis* & *Clairaut* vont inceſſamment entreprendre dans les parties les plus reculées du Nord. Comme je ne ſuis pas un de ceux qui s'intéreſſent le moins à cette fameuſe Queſtion, ſur laquelle j'ai donné un Mémoire en 1720, & que les différentes longueurs du Pendule, qui ſe lient avec elle, & qui l'ont occaſionnée dans le Siecle paſſé, feront encore aujourd'hui l'un des principaux objets du voyage de nos Aſtronomes, j'ai voulu m'aſſurer par moi-même, de la véritable longueur que doit avoir le Pendule ſimple a Paris, pour battre les ſecondes, ou faire 3600 vibrations en une heure de tems moyen. C'eſt à quoi encore j'ai été invité par l'Académie, & par les Académiciens deſtinés à la meſure de l'Equateur, qui n'ont pu, avant leur départ, faire cette expérience avec tout le loiſir, & tout l'appareil qu'elle exige: car il s'agit ici d'une préciſion à laquelle on ne ſauroit arriver ſans beaucoup de ſoins & de précautions, que l'on pourroit traiter de minuties, ſi l'on ne ſavoit que la Queſtion de la Figure de la Terre ne roule guere à cet égard que ſur une ou deux lignes de différence dans la longueur du Pendule obſervée à Paris, & ſous l'Equateur: & par conſéquent qu'une très petite partie de ligne, un 5me ou un 10me par exemple, peuvent conſidérablement influer ſur les dimenſions de cette

figure

figure, & ſur les concluſions que quelques Savans en ont tirées.

J'avoue qu'après ce que Mrs. *Richer* & *Picard* ont dit de la longueur du Pendule à Paris, & les épreuves qu'ils aſſûrent en avoir faites, il ne paroît pas poſſible qu'on puiſſe s'écarter bien ſenſiblement de ſa véritable meſure. Le premier cependant fait cette longueur de 3 pieds 8 lignes & $\frac{3}{7}$. Le ſecond de 3 pieds 8 lignes & $\frac{1}{2}$; la différence eſt d'un 10me de ligne. Ceux qui voudront mettre la main à l'œuvre, ſauront bien-tôt combien il eſt difficile de juger de quel côté eſt l'erreur. Que ſi une ſemblable erreur ou différence alloit juſqu'à un 5me. de ligne, comme il eſt très poſſible que cela arrive dans cette expérience, à moins qu'on n'y apporte beaucoup de précaution, & qu'on n'ait toutes les commodités du lieu, & des inſtrumens, on ne ſera pas ſurpris que M. *Picard* ait pu trouver la même longueur du Pendule à Uranibourg qu'à Paris; car un 5me de ligne eſt, ſelon la Table de M. *Newton*, tout ce qu'il faudroit y ajouter de plus qu'à Paris, à la latitude d'Uranibourg, ou de Coppenhague. Du reſte il y a grande apparence que M. *Picard* révoquoit en doute l'accourciſſement obſervé par M. *Richer* à Cayenne, & qu'il l'attribuoit, avec M. *de la Hire*, à quelque circonſtance dépendante du changement de climat.

Mais il y a plus: ce n'eſt pas ſeulement à l'égard de Paris, que M. *Picard* trouva la même longueur de Pendule à Uranibourg, c'eſt encore à l'égard du Port de Cette en Lan-

Languedoc, où il avoit auſſi fait l'expérience, c'eſt-à dire, à plus de 5 degrés vers le Sud qu'à Paris, & plus de 12 qu'à Uranibourg. De ſorte que ſi l'on ſuppoſe le Parallele de Cayenne ou de l'Equateur, car c'eſt preſque la même choſe, égal à 10, celui de Cette vaudra 7, à-peu-près, & celui d'Uranibourg environ $5\frac{1}{2}$; différence trop conſidérable pour ne pas donner quelque choſe de ſenſible, ſi l'accourciſſement du Pendule ſur l'Eqauteur eſt auſſi marqué que le fait M. *Richer*.

Cependant la Théorie inconteſtable des Forces Centrifuges, quelque hypotheſe que l'on embraſſe ſur la figure de la Terre, demande que le Pendule ſoit accourci en allant vers l'Equateur, & allongé en allant vers les Poles, à moins qu'il ne ſe trouvât ſur tous les Paralleles terreſtres, une variation contraire & une compenſation correſpondante de la part de la Peſanteur; ce qu'il eſt difficile d'imaginer, & qu'on n'a eu juſqu'ici aucune raiſon d'admettre.

D'ailleurs ni M. *Richer*, ni M. *Picard* ne nous ont donné la maniere dont ils avoient fait la vérification de la longueur du Pendule; & l'on verra par la ſuite de ces remarques, combien il eſt facile de s'y méprendre par le nombre, & la qualité des petits élémens qui entrent dans cette opération. Je ne ſache aucun des Aſtronomes de ce tems-là, qui nous ait laiſſé un détail plus circonſtancié de ſes expériences, & de ſa Théorie ſur ce ſujet, que M. *Mouton* dans ſon Livre des Diametres du Soleil & de la Lune, & dans le Traité de la Meſure univerſelle qu'il a mis

à la

à la fin de ce Livre; c'eſt de M. *Auzout* qu'il tenoit le pied de Paris ou du Châtelet, & ſon Pendule à expérience n'avoit qu'un pied. Mais ſoit qu'il n'eût pas apporté les précautions néceſſaires à la meſure de ce Pendule, ou à ſa ſuſpenſion, qui me paroît en effet très ſuſpecte; ſoit qu'il ait négligé le poids du fil de fer dont il ſe ſervoit, quoique très délié, ou plutôt qu'il en ait évalué les effets ſur un trop haut pied; ou enfin qu'il ait manqué à quelque autre circonſtance non moins eſſentielle à la juſteſſe de l'obſervation, il s'enſuivroit de ce qu'il nous a donné là-deſſus, que le Pendule à ſecondes n'auroit à Lyon, où il faiſoit ſes expériences, que 3 pieds 6 lignes & $\frac{3}{10}$, ce qui eſt aſſurément de beaucoup trop court, & plus court d'environ une ligne que ce que M. *Richer* a trouvé à Cayenne.

Cette détermination du Pendule par M. *Mouton* à Lyon, s'accorderoit aſſez bien avec la longueur que lui a donnée le P. *Feuillée* en Amérique; mais le moyen de compter ſur l'exactitude de celle-ci? Le P. *Feuillée*, connu d'ailleurs pour un bon Obſervateur, & Correſpondant de l'Académie, étant en 1704 à Porto-belo, 9° 33′ de Latitude Nord, & y ayant fait & répété pluſieurs fois, avec beaucoup de ſoin, l'expérience du Pendule à ſecondes, ne le trouva que de 3 pieds 5 lignes $\frac{7}{12}$. La même expérience réitérée avec les mêmes attentions à la Martinique, 14° 43′ 9″ de Latitude Nord, ne lui donne encore que 3 pieds 5 lignes $\frac{11}{12}$. Voilà donc le Pendule, à 14 ou 15 degrés de Latitude, de près de 3 lignes

lignes plus court qu'on ne le fait communément à Paris, tandis que M. *Picard* n'y apperçoit aucune différence de Paris, ou de Cette à Uranibourg, & que M. *Richer* n'y obſerve, à 4° 56' de l'Equateur, que $\frac{1}{4}$ de ligne de différence. Auſſi ces déterminations de la longueur du Pendule à Porto-belo, & à la Martinique, ayant été inſérées dans les Mémoires de l'Académie de 1708, furent-elles relevées comme fautives, par M. *Newton*, dans la ſeconde édition de ſes Principes, après la Propoſition où il a calculé la longueur du Pendule à ſecondes pour tous les degrés de Latitude, dont il réſulte, qu'à Porto-belo, il devroit être de plus de 3 pieds 7 lignes $\frac{1}{2}$, ce qui ne ſauroit guere s'écarter de la vérité, à en juger par toutes les autres Obſervations faites dans le même pays. Cependant le P. *Feuillée* ayant publié lui-même ces dernieres en 1725, à la ſuite de celles qu'il avoit données en 1714, les défend vivement contre M. *Newton*, & il les maintient plus que jamais ſûres & exactes.

On ne ſauroit donc ſe diſpenſer de revenir à la vérification de la longueur du Pendule, dans une occaſion ſi capable de réveiller la curioſité, & l'attention des Savans ſur tout ce qui tient directement ou indirectement à la meſure de la Terre, & aux effets de la Peſanteur ſur les divers points de ſa ſurface.

J'ai tâché d'abord de me procurer toutes les commodités néceſſaires pour la faire ſans peine, cette vérification, & pour la répéter bien des fois, perſuadé que de pareilles commodités influent plus qu'on ne ſauroit croire

ſur

ſur les opérations délicates. Voici les principaux inſtrumens dont je me ſuis ſervi.

Inſtrumens employés à ces Expériences.

1. Comme tout ce qu'ont fait Mrs. *Picard*, *Richer*, & les autres Aſtronomes de la Compagnie, tant ſur la longueur du Pendule, que ſur la meſure de la Terre, eſt rapporté au Pied-de-Roi, ou à la Toiſe du Châtelet, mon premier ſoin a été d'avoir une Règle de fer d'une toiſe de long, bien juſte, diviſée par pieds & pouces, & que j'ai vérifiée moi-même avec l'étalon qu'on en conſerve au Châtelet ; c'eſt une Règle toute pareille à celle qui a été emportée au Pérou, & dont on a laiſſé le modele à l'Académie, excepté qu'au-lieu que dans celle-ci les extrémités ne ſont coupées que ſur la moitié de leur largeur, & que le reſte ſurpaſſe la toiſe de part & d'autre d'environ un demi-pouce, pour les mieux conſerver quand elles portent à terre, la mienne ſe termine entierement à la toiſe par chaque bout, & y eſt parfaitement équarrie; on en verra bientôt la raiſon.

* 2. J'ai fait faire une Pince d'acier, pour tenir le fil de ſuſpenſion dont la figure eſt ci-jointe *PCFG*, trois ou quatre fois auſſi grande que cette figure la repréſente; *V* eſt une vis qui ſert à l'ouvrir, & à la fermer ou à ſerrer le fil, ſoit qu'on le place en *I* entre cette vis & l'extrémité *CP*, ou entre la vis *V* & la tige *E*, lorſqu'elle eſt placée horizonta-

* Fig. 1.

talement, soit enfin à son extrémité entre *C* & *P*, supposé qu'on la fixât perpendiculairement. Elle peut être fixée par trois vis en bois *A*, *F*, *G*; mais d'ordinaire une seule suffit en *A*, pourvu qu'elle soit un peu grosse, & que sa tête donne assez de prise pour la serrer avec force contre la piece de bois où on l'applique; cette tête est ici un anneau où l'on peut passer un bâton ou un fer qui fait l'office de levier. Les deux lames ou règles qui forment la pince peuvent être chacune de deux ou trois lignes d'épaisseur, elles doivent avoir été bien limées, bien dressées, ajustées & équarries ensemble, de maniere que les plans ou surfaces qui les terminent, soient parfaitement paralleles en tous sens, sur-tout par leur largeur, ou par leurs tranchans *CE*, *PZ*, afin que le tranchant supérieur *CE*, par exemple, se trouvant de niveau, l'inférieur *PZ* y soit de même. Un compas d'épaisseurs sert à vérifier ou à perfectionner ce parallelisme, & un petit Niveau d'eau servira à placer la pince horizontalement; ce qui s'exécute avec facilité par le moyen de la vis *A*, qu'on serre d'abord médiocrement, & qui permet à la pince de tourner sur cet axe à chaque coup qu'on lui donne avec la main, jusqu'à ce que la bulle d'air du niveau appliqué sur *EC*, s'arrête au milieu de son tube. Avant que l'on soit bien assuré du parallelisme de *EC* avec *PZ*, on peut encore placer le même niveau sur le côté *PZ*, l'instrument pouvant avoir été fait à cette intention, & de maniere qu'on se procure encore par

par ce renverſement la vérification du niveau même.

3. Après cette piece qui eſt une des plus eſſentielles pour faire l'expérience du Pendule ſelon mes vues, il s'agit d'avoir une baſe ou un plan bien uni *BKTH*, qui ſera placé de niveau au-deſſous du Pendule. J'avois depuis pluſieurs années une piece de bois de noyer très ancien, très dur, & très compacte, & qui reçoit un beau poli, dont je me ſuis ſervi à cet uſage; elle a un pied en quarré ſur deux pouces d'épaiſſeur; j'y ai fait adapter dans des écrous bien juſtes, trois groſſes vis, 1, 2, 3, comme on en met aux pieds d'un Quart-de-cercle, pour le hauſſer, ou le baiſſer à volonté, & j'en ai ſur-tout fait bien dreſſer & applanir la ſurface ſupérieure, qui eſt telle, que quand la bulle d'un niveau placé ſur un endroit quelconque de cette ſurface s'eſt une fois arrêtée au milieu du tube, elle y demeure de même, à quelque autre endroit de cette baſe qu'on le mette.

4. On voit bien qu'il eſt indiſpenſable d'avoir une bonne Pendule à ſecondes, bien réglée, ou que l'on ſoit en état de rectifier, tout au moins pour le jour de l'expérience; car c'eſt-là le terme de comparaiſon d'où il faut partir; & l'on ſait que les erreurs qui s'y trouveroient, retomberoient ſur les longueurs du Pendule en raiſon doublée inverſe. J'avois mis ma Pendule longtems d'avance avec le moyen mouvement du Soleil, & j'ai tâché de l'y entretenir le plus qu'il m'a été poſſible toutes les fois que j'ai répété ces expériences, ayant ſoin de la comparer avec le Ciel par

par le paſſage des Fixes, dès que le tems a pu me le permettre; les rectifications & les réductions qu'il en faut faire ſans cela, par rapport à la durée des vibrations du Pendule, lorſqu'elle s'écarte beaucoup du tems moyen, deviennent non ſeulement incommodes, par la complication qu'elles introduiſent dans le calcul, mais elles peuvent être encore par-là une ſource de mépriſe & d'erreur, comme le ſont la plupart des choſes pénibles qui reviennent ſouvent. Je me ſuis ſervi auſſi dans quelques occaſions d'une Pendule à demi-ſecondes, réglée ſur la précédente, & d'une machine de même eſpece deſtinée ſeulement à marquer, & à ſonner les ſecondes, & la minute, & cette derniere m'a été utile, principalement lorſque par la nature de l'expérience que j'avois à faire, je ne pouvois voir, & comparer de l'œil les oſcillations du Pendule d'épreuve avec les vibrations de ma Pendule à ſecondes.

5. Enfin je me ſuis muni d'un Compas à verge de fer de 3 pieds 8 pouces, de pluſieurs Spheres de plomb, de cuivre, d'yvoire, & de cryſtal, de différentes groſſeurs, de deux ou trois petits Niveaux d'eau, bien montés & vérifiés, & de quelques Inſtrumens qui n'ont rien de particulier, & dont je ſpécifierai, autant qu'il ſera néceſſaire, la ſtructure & les uſages, dans le détail même des expériences auxquelles ils m'ont ſervi.

Préparatifs pour la premiere Expérience.

6. Sans m'étendre ſur les différentes manieres de faire l'expérience du Pendule, décrites

crites dans les Livres modernes, & ſur les inconvéniens que j'ai remarqués dans la plupart, je dirai ſeulement que mon premier point de vue a été dans celle-ci, & dans les ſuivantes, d'éviter la multiplicité des dimenſions, & leur tranſport d'une meſure à une autre, d'une règle diviſée, par exemple, à un compas, ou réciproquement, & de-là au fil du Pendule, ou à la potence qui le ſoutient. Il me ſuffit d'en avoir une fois averti le lecteur, & que ce n'a pas été ſans avoir fait pluſieurs eſſais de ces différentes manieres, tant à cet égard qu'à pluſieurs autres, que j'ai donné la préférence à celle qu'on va voir.

7. J'ai attaché la piece *PCFG*, à la hauteur d'environ 6 pieds 3 pouces au-deſſus du plancher, à un pilaſtre de bois de chêne, par le moyen de ſa vis *A*, & j'en ai mis les règles de niveau, comme il eſt expliqué ci-deſſus, *n°*. 2. Ce pilaſtre eſt à côté, & tout proche de ma Pendule.

8. J'ai placé au-deſſous la baſe *BK*, décrite ci-deſſus, *n°*. 3, de maniere que la pince portoit àplomb à-peu-près ſur ſon milieu, & parallelement à l'un de ſes côtés, comme on le voit dans la figure, & par le moyen des vis 1, 2, 3, deſtinées à la mettre de niveau, je l'ai hauſſée juſqu'à ce qu'elle fût à la diſtance d'une toiſe du tranchant inférieur de la pince ; ce que j'ai fait en tenant la règle de fer à plomb au-deſſous : c'eſt ce qui doit être vérifié avant l'expérience avec plus de préciſion. Le poids d'une règle de fer exige, comme on voit, une baſe ſolide telle

que

que celle-ci, & m'a fait renoncer à une glace que j'y appliquois d'abord, dans quelques expériences qui ont précédé celles que je vais donner: car outre que cette glace ne formoit pas toujours un plan auſſi parfait que celui que je me ſuis procuré par la ſeule ſuperficie de la baſe, elle plioit ſouvent ſous le poids de la règle, lorſque le maſtic avec lequel je l'attachois ne la joignoit pas bien également.

9. J'ai pris enſuite une Sphere de plomb d'environ 6 lign. $\frac{1}{2}$ de diametre, & peſant 400 grains; j'y ai attaché un fil de pite, ce que l'on fait aiſément aux Spheres de plomb, en ſoulevant avec un burin, ou avec la pointe d'un couteau, une petite lame de leur ſurface, ſans l'en détacher, & en la rabattant après cela ſur un nœud de l'extrémité du fil, qu'on a inſéré au-deſſous.

10. J'ai ſuſpendu le Pendule *IS*, à 8 ou 9 lignes de l'extrémité *CP* de la pince, en le prolongeant juſqu'à ce qu'il raſât le plan de la baſe *BK*, à une ou deux lignes près j'ai ſerré la vis *V* dans ſon écrou, & j'ai laiſſé le Pendule en cet état pendant deux ou trois jours, afin que le fil prît toute l'extenſion que lui pouvoit donner le poids *S*. Il s'eſt un peu allongé le premier jour, après quoi je l'ai retrouvé ſenſiblement de la même longueur.

11. Ce pendule étant, comme je l'ai dit, tout proche & à la droite de ma Pendule à ſecondes, j'en pouvois comparer tous les mouvemens qui ſe faiſoient de droite à gauche, & de gauche à droite, & qui étoient perpendiculaires au plan de la Pince *PZ*, avec

avec ceux du Pendule de la Pendule ou de l'Horloge, que j'appellerai à cauſe de cela, *Pendule de comparaiſon*, pour le diſtinguer de l'autre que je nommerai *Pendule d'épreuve* ou *d'expérience*.

12. La direction la plus convenable *du plan d'oſcillation*, dans lequel il faut faire mouvoir le Pendule d'épreuve, eſt la direction perpendiculaire au plan des règles jumelles, & du tranchant de la pince PZ. Pour cet effet, & pour d'autres raiſons que je dirai dans la ſuite, la veille de l'expérience, le Pendule étant en repos, & à une demi-ligne de diſtance ou environ du plan de la baſe, j'ai porté une bougie allumée au-deſſus des points D, Q, T, Y, en mettant du mieux qu'il m'étoit poſſible, les points X, Q, dans une direction parallele à PZ; & par le moyen de l'ombre du fil de ſuſpenſion IL, j'ai tracé avec de la craye ſur le plan BK, les lignes DT, QX, qui s'y coupent à peu près à angles droits. On voit donc que ces lignes doivent donner à peu près le plan du tranchant inférieur PZ de la pince dans lequel eſt le fil du Pendule, le plan perpendiculaire à celui-ci, & qui ſera *le plan d'oſcillation*, & enfin la *ligne du Pendule* par leur interſection réciproque.

13. Avant que de mettre le Pendule en mouvement, j'ai vérifié avec grand ſoin le niveau de la baſe BK, par le moyen de mes niveaux d'eau placés au-deſſus en pluſieurs ſens : j'ai vérifié de même la diſtance juſte d'une toiſe, par rapport au tranchant inférieur de la pince PZ: ce que j'ai fait en é-

levant ma toiſe à plomb ſur cette baſe, & faiſant porter un de ſes bouts un peu à côté de la ligne QX, ou TD, proche de leur point d'interſection, & à la diſtance du demi-diametre de la Sphere S; prenant garde en même tems que le bout ſupérieur raſât le tranchant de la pince PZ, ſans y rien forcer, & que la toiſe ou règle de fer ſoutenue ainſi par ſon propre poids, & en équilibre, ſe trouvât ſenſiblement parallele au fil du Pendule, par celle de ſes arrêtes qui en étoit le plus proche. Le concours de ces circonſtances m'aſſure tout à la fois, & que le plan BK eſt parfaitement de niveau, & que le bout de la règle de fer qui appuye deſſus, eſt exactement coupé à angles droits, & enfin que la diſtance de la baſe à la pince eſt préciſément égale à la longeur de cette règle.

14. Comme par cette méthode j'ai laiſſé une demi-ligne, ou une ligne de diſtance de la Sphere S au plan BK, pour le jeu du Pendule, il s'agit de prendre une telle diſtance avec exactitude. Il ſemble qu'il n'y auroit pour cela qu'à hauſſer ou baiſſer le Pendule ſur une lame d'épaiſſeur connue placée au-deſſous entre le plan BK & la Sphere S; & c'eſt bien ce que je faiſois d'abord: mais il arrive ſouvent pendant cette opération, que la partie du fil qui a été comprimée & affoiblie en I, & qui frotte contre les tranchans ſupérieurs & inférieurs des règles de la pince, en hauſſant & baiſſant, vient à rompre, ce qui arrête abſolument l'expérience, & la renvoye au lendemain, pour laiſſer au fil le tems de reprendre toute ſon extenſion; ſans compter

ter qu'on ne ſauroit guere ſoutenir & fixer ſi juſte le poids du Pendule ſur la lame qui eſt deſſous, qu'il ne deſcende encore un peu après qu'elle eſt ôtée. Pour éviter donc ces inconvéniens, j'ai raſſemblé pluſieurs morceaux de verre & de glace de miroir plans, & de différentes épaiſſeurs; j'en préſente quelques-uns ſucceſſivement au-deſſous par un de leurs angles en les appuyant ferme ſur la baſe, juſqu'à ce que j'en aye trouvé un ſur lequel la Sphere *S* porte, mais ſi librement, qu'elle y puiſſe faire quelques vibrations malgré l'attouchement du verre. Un peu de pratique rendra cela fort aiſé. Je prends enſuite l'épaiſſeur de cette partie de la lame de verre ou de glace, par le moyen d'une loupe, ſur une règle ou échelle de cuivre de demi-pied, où les lignes du dernier pouce ſont diviſées en 20 parties chacune, par des tranſverſales, comme cela ſe pratique ſur les *règles* vulgairement appellées *de mille parties.*

15. C'eſt ſur cette même échelle que j'avois pris le diametre de la Sphere *S*, avec un compas d'épaiſſeur, ou mieux encore, ce me ſemble, avec l'inſtrument connu ſous le nom de *règles paralleles*, en mettant la Sphere au-dedans à la hauteur d'un de ſes diametres, & en portant enſuite cette ouverture des règles par leur tranchant inférieur ſur l'échelle des tranſverſales.

16. Tout étant ainſi prêt pour l'expérience, il eſt à propos de prendre la température actuelle de l'air, pour prévenir les ſujets de doute qui pourroient naitre à cette occaſion,

tant par rapport à l'extenſion qu'en peuvent recevoir les meſures dont on ſe ſert, & les Pendules d'épreuve, & de comparaiſon, qu'à l'accélération, & au retardement qu'une différente conſtitution du milieu où ils ſe meuvent pourroit apporter à leurs oſcillations. C'eſt tout auprès du lieu de l'expérience, & à côté de ma Pendule que ſe trouvoient déja placés les inſtrumens néceſſaires pour cela. Je n'y ai employé qu'un Barometre ſimple, & un Thermometre à eſprit de Vin qui eſt celui de M. de *Reaumur*, & que j'ai préféré à tout autre, non ſeulement par l'opinion que j'ai de ſon excellente conſtruction, mais encore parce que c'eſt vraiſemblablement le ſeul dont nos obſervateurs ſe ſerviront dans le Pérou, & en Suede, par rapport à cette expérience, & à pluſieurs autres.

EXPERIENCE I.

Pendule d'environ 6 pieds de longueur; Balle de plomb de 6 lignes ½ de diametre; Fil de pite.

17. Enfin j'ai mis le Pendule en mouvement, en le retirant d'abord de la ligne QX, d'environ un pouce & demi, & en le laiſſant aller de droite à gauche ſur la ligne ou dans le plan d'oſcillation DT, à l'inſtant que la Pendule achevoit la 20me ſeconde, après 9^{h} 59$'$ du matin, le 21 Avril de cette année 1735. On fait mouvoir le Pendule dans un arc vertical, & dans un plan d'oſcillation DT, qui paſſe par IL, lorſqu'après avoir mené des lignes

gnes telles que DT, QX, dont l'interſection répond à IL, on lâche la Sphere S, qu'on avoit tirée de la perpendiculaire IL, en voyant que le fil de ſuſpenſion couvre en partie une de ces lignes, DT, par exemple, ou ſe confonde avec elle, ſans quoi le Pendule riſqueroit de faire des *oſcillations coniques*; & nous verrons bientôt qu'il eſt bon de les éviter.

18. Il faut prendre garde auſſi en lâchant le Pendule, & voulant compter ſes vibrations, qu'on doit dire 0, & non pas 1, à la ſeconde complette de la Pendule d'où l'on part; parce que l'oſcillation n'eſt pas achevée, & qu'elle ne le ſera qu'à la fin du premier battement, ou au commencement du ſecond.

19. J'ai commencé de compter à $10^h\ 0'\ 0''$ du matin, & j'ai compté 1000 battemens ou oſcillations de-là juſqu'à $10^h\ 23'\ 17''$ complettes, c'eſt-à-dire, que le Pendule d'expérience n'a fait que 1000 vibrations, tandis que le Pendule de comparaiſon en a fait 1397, ou en $1397''$, parce que ma Pendule s'accordoit ſenſiblement avec le tems moyen.

20. Voici préſentement une récapitulation de tous ces élémens du calcul que nous allons faire, & où je réduis les pieds, pouces & lignes, en 100mes de ligne, ou 1200mes de pouce.

Récapitulation & calcul de la premiere Expérience.

21. Distance absolue de la base BK au point de suspension I, 6 pieds, ou, en 100mes. de ligne. . . . . 86400.
Rayon de la Sphere de plomb... 342.
Distance de la base à la Sphere... 42.

Somme. . . . . 384.
Otant cette somme . . . . . 384.

de la distance absolue, il reste... 86016.
qui font la longueur du Pendule d'expérience.
Battemens ou oscillations du Pendule d'expérience, ci. . . . . 1000.
Battemens (ou secondes) du Pendule de comparaison, ci . . . 1397.
Les quarrés de ces battemens sont, savoir, du Pendule d'expérience... 1000000.
du Pendule de comparaison .... 1951609.
Le Barometre étoit ledit jour 21 Avril 1735, à 27 pouc. 6 lignes $\frac{1}{4}$.

Le Thermometre à 5 degrés au-dessus de la congélation, ce que je désignerai par $+5$, vent Sud violent.

Faisant maintenant l'*analogie*, dont le premier terme sera le quarré du nombre d'oscillations du Pendule de comparaison ou de la Pendule; le second, le quarré du nombre d'oscillations faites en même tems, du Pendule d'expérience; & le troisieme, la longueur observée de ce Pendule; on aura, comme on sait, la longueur du Pendule à secondes dans le quatrieme.

Ana-

Analogie.

$$1951609 : 1000000 :: 86016 : \frac{1000000 \times 86016}{1951609}$$

$= 44074\ \frac{784934}{1951609}$, qui valent 3 pieds 8 lignes & $\frac{3}{4} - \frac{1166675}{1951609}$ d'un 100me de ligne.

Mais ayant obſervé, & rectifié la Pendule le ſoir même du jour de l'expérience, par les Fixes, & trouvé qu'elle avançoit d'environ une ſeconde par jour ſur le tems moyen, il faut ajouter à la longueur du Pendule trouvée ci-deſſus, environ $\frac{1}{100}$ de ligne, ainſi que je l'expliquerai dans la ſuite. Ce qui réduit cette longueur à 3 pieds 8 lignes, & plus de $\frac{3}{4}$.

REMARQUES.

Maniere de compter ſans peine, & avec exactitude, un grand nombre d'Oſcillations; Importance de cette exactitude. Longueur du Pendule, & groſſeur de ſon poids les plus convenables.

22. La peine de compter ſans relâche les oſcillations du Pendule ſimple, lorſque ſa longueur excede ainſi celle du Pendule de l'horloge avec lequel on le compare, & la difficulté de juger ſi l'oſcillation eſt entiere dans l'un, en même tems qu'elle eſt achevée dans l'autre, lorſqu'on veut commencer ou finir l'opération, rendent, à mon avis, cette eſpece d'expérience peu ſuſceptible de répétition, & même douteuſe. Car la facilité

de ſe tromper y eſt, pour ainſi dire, en raiſon compoſée de cette peine, & de ces difficultés. Ce n'eſt pas que je n'aye répété celle-ci, & que je n'aye retrouvé toujours à-peu-près les mêmes dimenſions pour le Pendule à ſecondes; mais cet à-peu-près ne va que juſqu'à environ un 10me de ligne plus ou moins; ce qui emporte toute la préciſion que nous cherchons ici.

23. Le premier moyen auquel j'ai eu recours pour y remédier, a été de me ſervir d'un Pendule d'expériences, qui approchât beaucoup de celui qui bat les ſecondes, & dont il eſt bien certain que la longueur à Paris, eſt au-deſſus de 3 pieds, entre 8 & 9 lignes. Un tel Pendule, s'il eſt plus court que le Pendule ſimple auquel répondent les oſcillations de celui de l'Horloge, ne gagnera un battement ſur lui qu'après un tems conſidérable, après un quart-d'heure, par exemple, ou une demi-heure; & au contraire il le perdra en tems égal, s'il eſt plus long, en raiſon inverſe des quarrés de leurs longueurs. On pourra donc après avoir obſervé quelque tems à la vue les balancemens des deux Pendules qu'on a fait partir enſemble, & du même côté, d'abord ſenſiblement iſochrones, peu de tems après hétérochrones, & enſuite de retour à l'iſochroniſme apparent, & après s'être aſſuré par la Pendule tout proche de laquelle ſe fait cette obſervation, du nombre de minutes qu'il faut qui s'écoulent avant ce retour; on pourra, dis-je, ſans qu'il ſoit néceſſaire de compter les vibrations, & en regardant de tems en tems,

tems au Cadran de la Pendule, d'heure en heure, par exemple, ou même à la fin de toute l'opération, juger du nombre d'oscillations que le Pendule d'expérience aura gagné ou perdu, par rapport au Pendule de l'Horloge & de comparaison.

24. Où il faut prendre garde, 1°. Que ce que j'ai appellé ci-dessus du terme impropre d'*isochronisme*, & que je nommerai dans la suite *moment de concours*, ou simplement *concours*, n'est que la chute commune & instantanée qui se fait de même part dans les deux Pendules, au moment qu'ils partent du repos, par exemple, de droite à gauche.

2°. Que le retour complet des deux Pendules à la même direction de mouvement, ou au concours, après un certain nombre de vibrations, emporte deux battemens de plus ou de moins, dans le Pendule d'observation, selon qu'il est plus court, ou plus long que celui de l'Horloge. Car après que le premier a passé de son concours primitif, à un mouvement contraire, il a dès-lors gagné ou perdu un battement, & il faut qu'il en gagne ou qu'il en perde un second sur le Pendule de l'Horloge, pour concourir de nouveau avec lui. Cet instant de chute en sens contraire, je l'appellerai *moment d'opposition* des deux Pendules, ou simplement l'*opposition*.

3°. Que, toutes choses d'ailleurs égales, plus l'intervalle entre les concours sera grand, ou que plus on aura observé de concours pour déterminer cet intervalle, plus l'observation sera exacte: car supposé que l'on se fût trompé dans le jugement que l'on a porté

de l'inſtant du premier concours, par une fauſſe eſtimation de la premiere vibration, ou de l'inſtant du dernier, par une fauſſe eſtimation de la derniere, ou de toutes les deux, en les regardant comme complettes, tandis qu'elles ne l'étoient pas, l'erreur ſe trouvera d'autant moindre qu'elle ſera répandue ſur un plus grand nombre de minutes, d'heures, ou de concours. Cette attention eſt plus importante qu'on ne le penſeroit d'une premiere vue, une partie aliquote d'oſcillation n'eſt pas ici à négliger, & l'erreur pour l'ordinaire n'en ſeroit pas petite, parce qu'elle rejailliroit en raiſon doublée inverſe, ſur la longueur cherchée du Pendule. Par exemple, ſi dans l'obſervation précédente, nous nous étions trompés d'un quart de vibration ſur le Pendule d'expérience, & qu'au-lieu de 1000 que nous en avons compté, pendant que l'Horloge en a battu 1397, nous en euſſions compté $1000\frac{1}{4}$, nous aurions trouvé la longueur du Pendule ſimple à ſecondes de plus de 44096 centiemes de ligne, au-lieu de 44074 que nous en a donné l'analogie formée ſur 1000 vibrations juſtes. Nous aurions donc jugé par-là le Pendule ſimple de $\frac{22}{100}$ plus long que nous n'avons fait, c'eſt-à-dire, de plus d'un 5me de ligne: car par les élémens de ce calcul,

$$\frac{36016 \times 1000\frac{1}{4}}{1951609} = 44096\frac{857536}{1951609}.$$

4°. Il faut prendre garde que malgré les inconvéniens des Pendules, qui diffèrent beaucoup de celui de l'Horloge, leur longueur doit

doit en différer cependant assez sensiblement, pour qu'on ne puisse équivoquer à cet égard, & prendre en excès dans le concours, les deux battemens qui seroient peut-être en défaut, ou au contraire; sans compter qu'en voulant faire par cette voye, par le tâtonnement, la longueur du Pendule d'expérience, tout-à-fait égale à celle du Pendule de comparaison, on s'expose à y revenir cent fois sans y réussir, & à voir finir son mouvement dans le doute d'un concours mal décidé, ou d'une opposition imparfaite.

25. Deux choses contribuent à la durée du mouvement d'un Pendule *Simple*, la grandeur du poids, & la longueur du fil, abstraction faite de sa résistance; car la grandeur du poids de la Sphere, par exemple, à raison de sa surface, diminue d'autant la résistance relative de l'air dans lequel elle se meut, & la longueur du Pendule produit encore un effet semblable, en faisant mouvoir le poids sur un arc ou sur un plan de même longueur plus incliné, & en diminuant par-là sa vîtesse. Cependant un trop grand poids a ses inconvéniens, il fait rompre le fil de pite, ou, si l'on se sert de quelque autre substance, il la fait sensiblement, & continuellement allonger, soit par l'action continue de la pesanteur, soit par celle de la force centrifuge, que lui impriment ses balancemens. J'en excepte le fil de métal, mais il exige des attentions dont nous n'avons pas encore parlé; il a un poids, & un manque de flexibilité qui apportent beaucoup d'équivoque & d'erreur dans l'observation. L'inconvénient du poids

du fil balance donc l'avantage de la longueur du Pendule, ſi la Sphere qui y eſt attachée, n'a elle-même un poids dont le rapport à celui-ci ſoit très grand. C'eſt un défaut, ou du moins un ſujet de correction à l'expérience précédente, ainſi que nous y aurons égard, & que nous l'expliquerons en ſon lieu.

26. En attendant, je remarque qu'une Sphere de léton d'environ un pouce de diametre, fait aſſez juſte le poids qui convient à un fil de pite preſque auſſi délié qu'un cheveu; & c'eſt à quoi je me ſuis arrêté dans l'expérience qui ſuit. Le poids de la Sphere dont je me ſuis ſervi eſt de 3 onces moins 21 grains, ou de 1707 grains; du reſte auſſi parfaite, & auſſi polie qu'il a été poſſible. Son diametre vaut $\frac{1226}{1200}$ de pouce, ou environ $\frac{245\frac{1}{5}}{240}$, & partant ſon rayon eſt de $\frac{613}{1200}$ de pouce, en centiemes de ligne, & de $\frac{122\frac{3}{5}}{240}$ de pouce, en vingtiemes de ligne. Cette boule ainſi unie par toute ſa ſurface, n'ayant ni anneau ni crochet, je l'ai attachée au fil de ſuſpenſion par le moyen d'une petite mouche de tafetas bien enduite de colle, après avoir percé cette mouche à ſon centre, & y avoir fait paſſer le bout du fil, qui ſe replie ſur la colle, & s'attache avec elle ſur la ſurface de la boule.

EXPERIENCE II.

Pendule d'environ 3 pieds 8 lign. Sphere de Léton d'environ un pouce de diametre. Fil de pite.

27. Le 10 Mai 1735, au matin, Barometre 27 pouc. 11 lign. Thermometre + 8. Il faut ſe ſouvenir que c'eſt toujours le degré du Thermometre dans le lieu de l'expérience, & non au dehors. Vent Sud-Oueſt.

Diſtance abſolue de la baſe BK, au point de ſuſpenſion, ci . . . . . 44696.
Rayon de la Sphere. . . . . 613.
Diſtance de la baſe à la Sphere ... 86.

Somme . . . . . 699, ci... 699.

qui étant ôtée de la diſtance abſolue, il reſte pour la longueur du Pendule. . . . . 43997.

lequel eſt un peu moins de 3 pieds 8 lignes, & ſurement plus court que le Pendule de comparaiſon.

Le ſuſdit Pendule d'expérience a été lâché, ou mis en mouvement de la maniere décrite ci-deſſus, à $7^h\ 45'$; il s'eſt trouvé d'abord un peu en défaut, & en retardement apparent, par rapport à celui de la Pendule; mais j'ai jugé qu'il l'avoit atteint au bout de 2 minutes. Donc

1er.	Concours obſervé & jugé à	$7^h\ 47'$
2me.	Concours . . . . . après	8 34
3me.	Concours . . . . . avant	9 22
4me.	Concours . . . . . juſte à	10 9

Les trois intervalles de ces quatre Concours ne différant entre eux chacun en particulier, que d'un tiers de minute, alternativement en plus & en moins, & donnant tout juſte $47' \frac{1}{3}$ d'intervalle moyen, comme on le tire de leur ſomme totale, $2^h\ 22'$, diviſée par 3, il y a apparence qu'ils ont été bien obſervés, & qu'on peut prendre ſans erreur ſenſible $47' \frac{1}{3}$ pour cet intervalle, ou .... 2840".

Auxquelles répondent *..... 2842.

* (Battement du Pendule d'expérience, ainſi qu'il a été expliqué ci-deſſus.)

Le quarré du premier nombre eſt... 8065600.

Le quarré du ſecond..... 8076964.

Analogie.

$$8065600 : 8076964 :: 43997 : \frac{8076964 \times 43997}{8065600}$$

$$= \frac{355362185108}{8065600} = 44058\ \frac{7980308}{8065600}$$ qui peut être pris pour 44059, & qui donne 2 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$, & $\frac{2}{100}$, mais qui ſe réduira à $\frac{1}{100}$ de moins, ou 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2} + \frac{1}{100}$ parce que le ſoir même, ma Pendule qui n'avoit pas été corrigée depuis quelques jours, s'eſt trouvée retarder d'environ une ſeconde par jour ſur le tems moyen.

REMARQUES.

Sur la Correction à faire en conſéquence de l'avancement, ou du retardement de l'Horloge; & ſur l'erreur que pourroient produire les excès de matiere, ou les ſoufflûres qui ſe trouveroient.

veroient dans le poids du Pendule. Maniere de prendre les dimenſions, &c.

28. Je prends dans cette expérience, comme j'ai fait dans la précédente, un 100me de ligne, pour la ſeconde de correction par jour, qu'il faut faire à la Pendule, ſavoir, en plus ou en addition, lorſque la Pendule avance, & au contraire, lorſqu'elle retarde; ce que l'on peut pratiquer ſans crainte d'erreur ſenſible, juſqu'à 5 à 6″, & au-delà.

Car 1°. La longueur cherchée du Pendule qui bat tout juſte 3600 fois en une heure, ou 86400 fois en un jour, réſulte dans l'Analogie du produit de la longueur du Pendule d'expérience par le quarré de ſes oſcillations, diviſé par le quarré de celles du Pendule de comparaiſon ou de l'Horloge. Or ſi l'Horloge avance, ſon Pendule a donc fait plus de vibrations pèndant l'expérience, qu'il n'en devoit faire; donc le diviſeur de l'Analogie, ſon premier terme, eſt trop grand, & par conſéquent ſon quatrieme terme trop petit, & la longeur cherchée du Pendule, d'autant moindre qu'elle ne devoit être, ou au contraire ſi l'horloge retarde. Donc il faut augmenter cette longueur dans le premier cas, & la diminuer dans le ſecond.

2°. Qu'un centieme de ligne de plus ou de moins réponde à environ une ſeconde de retardement, ou d'avancement par jour, de la Pendule, & réciproquement, c'eſt ce que l'on voit par le calcul. Le voici pour l'inverſe, ou pour ſavoir ce que donneroit par jour un Pendule plus long que le véritable

Pen-

Pendule à secondes d'un 100me de ligne, en supposant celui-ci de 44055 de ces centiemes.

$$44055 \overset{2}{\overline{}} + 1 : 86400 :: 44055 : \frac{746496000 \times 44055}{44056}$$

$$= \frac{32886881280000}{44056} = 746476785\ \frac{43896}{44056}$$, dont la racine approchée, & le nombre de vibrations qu'a fait un tel Pendule en un jour, est $86398\frac{88}{100}$, lorsque le véritable en a battu 86400, qui valent réellement des secondes: c'est donc $1 + \frac{12}{100}$, ou $1 + \frac{3}{25}$ vibration de moins qu'il ne falloit. D'où l'on voit qu'une seconde juste par jour de l'Horloge répond à très peu près, à un centieme de ligne sur la longueur du Pendule.

3°. Enfin on verra par un semblable calcul appliqué à des nombres différens, que, malgré l'Analogie fondée sur les quarrés des tems, on peut prendre sans crainte, les multiples de ce résultat, pour 2, 3, 4, &c., ou un plus grand nombre de ces secondes, ou de de ces centiemes, en défaut ou en excès; parce que le rapport qu'ont entre eux les quarrés 86400^2, $86400 \overset{2}{\overline{}} + 1$, $86400 \overset{2}{\overline{}} + 2$, &c. ne diffère pas assez de celui de leurs racines, pour donner ici une erreur considérable. De maniere que 10″ d'avancement de la Pendule, par exemple, ne donneront guere que le décuple de ce que donneroit 1″ sur la diminution de la longueur du Pendule cherché, ou $\frac{10}{100} = \frac{1}{10}$ de ligne, & enfin une ligne entiere d'allongement donnera 1′ 38″ qui font à 14″ près, le centuple du retardement qui répond

à

à $\frac{1}{100}$ de ligne; comme on peut s'en éclaircir par un calcul tout ſemblable à celui qu'on vient de voir ci-deſſus. C'eſt ce que j'ai cru devoir mettre ici, comme des préalables dont il eſt bon d'être muni, quand on entreprend ces expériences, pour ſavoir toujours ce que l'on fait, ce que l'on y néglige, & ce que l'on y peut négliger.

29. Pour continuer dans le même eſprit, éclairciſſons un doute qui doit venir naturellement ſur cette matiere. Quelle erreur apporteroit à la longueur cherchée, un excès de poids ajouté à la ſurface de la boule du Pendule d'expérience, par exemple, un crochet, ou un anneau pour la ſuſpendre plus commodément, ou un défaut de poids dans ſon intérieur, tel que celui qui viendroit de quelque ſoufflure, qui s'y ſeroit gliſſée pendant la fuſion?

Pour appliquer à cette queſtion la formule connue du centre d'oſcillation des Pendules compoſés, & dans le cas le plus nuiſible à l'expérience, ou qui devroit cauſer le plus grand changement à la longueur cherchée, ſuppoſons que la ſoufflure, comme le poids ajouté, ſoient ſur la ſurface de la Sphere, & dans la ligne même de ſuſpenſion. Car il eſt évident que plus elle s'écarteroit de cette ligne, & qu'elle s'approcheroit du centre d'oſcillation de la Sphere, que nous prenons ici pour ſon centre de figure, moins elle apporteroit d'erreur à l'opération dont il s'agit. Nous pouvons auſſi, pour ſimplifier le calcul, prendre une ſoufflure pour un excès de poids, ou de matiere de même maſſe, placé à l'extrémi-

trémité oppoſée du diametre au bout duquel on la ſuppoſe, & réciproquement.

Cela poſé, ſoit * SC, un Pendule de 3 pieds 8 lignes, ou de 440 lignes, dont le poids P, eſt ſuppoſé réuni au point C; & ſoit en D, ou en B, par exemple, 10 lignes au-deſſus, ou au-deſſous, de C, un autre poids plus petit p, attaché à la même verge SB inflexible, & ſans peſanteur, lequel ait un rapport donné avec P, par exemple, de 1 à 1000. Cette ſuppoſition revient au même, que ſi l'on imaginoit une Sphere F, de 8000 lignes cubiques de ſolidité, attachée en C, & une autre de 8, attaché en D.

On aura donc $\frac{p \times \overline{SC}^{-2} + p \times \overline{SC \pm CD}^{2}}{p \times SC + p \times \overline{SC \pm CD}}$

$= \frac{1000 \times \overline{440}^{-2} + 1 \times \overline{440 \pm 10}^{2}}{1000 \times 440 + 1 \times \overline{440 \pm 10}}$ = (dans le cas de $+10$) $\frac{193600000 + 202500}{440000 + 450} = \frac{193802500}{440450} = 440 + \frac{450}{44045} = 440 + \frac{1}{97\frac{325}{450}}$, ou environ $\frac{1}{98}$ de ligne; & dans le cas de -10, $\frac{193600000 + 184900}{440000 + 430}$

$= \frac{193784900}{440430} = 439 + \frac{43618}{44043} = 440$ lignes $- \frac{1}{102\frac{181}{430}}$, ou environ $\frac{1}{102}$ de ligne. De ſorte que la longueur du Pendule ſimple, qui réſulte des deux poids P, p, ſe trouvera par-là égale à $SC \frac{+\frac{1}{98} = C\omega.}{-\frac{1}{100} = C\omega.}$

Où

* Fig. 2.

Où il faut remarquer, 1°. Que ſi, au-lieu de prendre le diametre de la boule de 20 lignes, on ne l'avoit pris que de 10, l'abbaiſſement $C\omega$ du centre d'oſcillation, ou le hauſſement Co, ne ſe ſeroit trouvé que d'environ la moitié du précédent, ſavoir $C\omega = \frac{1}{197\frac{212}{2215}}$, ou $\frac{1}{198}$, & $Co = \frac{1}{202\frac{1085}{2175}}$, ou $\frac{1}{202\frac{1}{2}}$, en raiſon directe des diametres, ou très approchant.

2°. Que le poids P, double, triple, ou décuple de ce que nous l'avons ſuppoſé, p demeurant toujours $= 1$, donne $C\omega$, & Co, deux fois, trois fois, ou dix fois plus petits, en raiſon inverſe; & tout cela par une raiſon ſemblable à celle qui a été donnée ci-deſſus, en pareille rencontre, Art. 28. §. 3°.

3°. Qu'on peut donc recevoir comme une *règle* très exacte dans la pratique de ces expériences, que *les inégalités de matiere, en excès, ou en défaut, placées ſur la ligne de ſuſpenſion, dans les poids des Pendules, par exemple, dans les Spheres, ou dans telle autre eſpece de corps que l'on voudra, écartent leur centre d'oſcillation de leur centre de gravité en raiſon directe des diſtances de ces inégalités à leur centre de gravité, & en raiſon inverſe de leurs poids abſolus.*

4°. Que *cet écartement ſera encore en raiſon inverſe des longueurs du Pendule*, en ce ſens que, toutes choſes d'ailleurs égales, un Pendule plus long ou plus court que le Pendule à ſecondes, donne toujours à-peu-près la même quantité; par exemple, dans le cas de $CD = 10$, $P = 1000$, $p = 1$, & de SG

=

$= 440 \times 2 = 880$, on a encore $Co = \frac{1}{101}$, & qui, dans le cas de $SC = 440$, étoit $= \frac{1}{102}$. Or on peut concevoir que cette quantité eſt $\frac{1}{102 \times 440}$ dans le premier cas, & $\frac{1}{101 \times 880}$ dans le ſecond.

5°. Que les ſoufflures au-deſſus de C vers D ſont plus nuiſibles que les excès de matiere; & au contraire au-deſſous vers B, parce qu'une ſoufflure vers D eſt l'équivalent d'un excès de matiere vers B: car $C\omega$ ſe trouve toujours plus grand que Co, quoique ce ſoit, à mon avis, d'une quantité qui eſt ici de nulle conſidération.

6°. Enfin s'il y a pluſieurs inégalités, pluſieurs ſoufflures, par exemple, diſperſées çà & là dans la matiere du poids du Pendule, il eſt clair qu'elles ſe compenſeront plus ou moins, & que leur effet total, ou les $C\omega$, Co, ſeront d'autant moindres.

On voit par cette théorie, & par les exemples dont elle eſt accompagnée, qu'il eſt beaucoup moins à craindre, qu'on ne l'auroit cru peut-être, que l'inconvénient que nous venons d'examiner puiſſe nuire à notre recherche. Par exemple, dans la boule dont nous nous ſommes ſervi pour l'expérience précédente, & qui a été décrite, Art. 26, une inégalité de matiere de la valeur d'un grain, qui eſt tout ce que peut peſer un petit anneau que j'ai fait ſouder à ſa ſurface, ne ſauroit à l'avenir, ſelon la règle énoncée ci-deſſus, hauſſer le centre d'oſcillation du Pendule-

dule, ou donner *C o* que de $\frac{1}{287}$ de ligne tout au plus.

30. La distance absolue de la base à la pince, dans l'expérience précédente, a été prise par le moyen de la règle de fer, en la mettant perpendiculairement sur cette base, & en l'appliquant par derriere contre les règles de la pince. Prenant ensuite la distance de la pince au milieu de la règle ou toise de fer, c'est-à-dire, à la division des 3 pieds, avec un compas, j'ai rapporté cette mesure sur une autre règle où il y a quelques pouces divisés par transversales en 20mes & 40mes de ligne; d'où j'ai conclu la distance totale. Mais cette double opération me paroissant pénible, & toujours moins sure, & moins exacte que ne l'auroit été une seule, je me suis déterminé à faire diviser la règle même de fer en 20mes de ligne, savoir le pouce * *N*, qui est le second au-dessus de la division du milieu *M*, ou des 3 pieds. Cette règle étant ensuite appliquée, comme ci-devant, contre celle de la pince, perpendiculairement sur la base, & tout proche de la ligne *Q X*, je prends une bougie, & une loupe, & j'observe sur la division *N*, la ligne & la partie de ligne que m'indique le tranchant *P Z*; c'est comme si j'observois sur un Quart-de-cercle d'environ 2 pieds 4 pouc. $\frac{1}{3}$ de rayon, le degré, la minute, & la partie de minute que m'indiqueroit le cheveu: car nos 24 transversales par pouce, ont ici à-peu-près la même distance entre elles, que les 12 par degré qui déter-

mine-

* Fig. 3.

mineroient les minutes de 5 en 5 ſur un pareil Quart-de-cercle, & comme l'on y pourroit aſſez bien diſtinguer les $\frac{1}{2}$, & quelquefois les $\frac{1}{3}$ & les $\frac{1}{4}$ de minutes, on verra ici à-peu-près de même, les $\frac{1}{2}$, les $\frac{1}{3}$, & quelquefois les $\frac{1}{4}$ de 20mes de ligne. Le pouce *O* au-deſſous de *M*, & les pouces qui répondent à *N*, *O*, &c. de l'autre côté de la règle, ont été diviſés en 10mes, 12mes, &c. pour le même uſage, ou pour d'autres dont il eſt inutile de faire le détail. Du reſte, le ſeul pouce *N* diviſé par tranſverſales, ſatisfait à toutes les expériences où la longueur du Pendule d'épreuve approche de celle du Pendule qui bat les ſecondes, lequel certainement ne s'écarte guere de 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$; car ajoutant à cette longueur le rayon inférieur de la Sphere, fût-il de 10 lignes, il reſtera encore plus de 5 lignes pour la diſtance de la baſe à la ſurface inférieure de la Sphere, ſans que *PZ* paſſe au-deſſus du pouce *N*; & ne fût-il que de 3 lignes, & la diſtance de la baſe à la Sphere de $\frac{1}{2}$ ligne, il s'en faudra encore $\frac{1}{2}$ ligne ou environ, que *PZ* ne tombe au-deſſous.

31. Cette diviſion de la règle de fer, & la maniere de prendre avec elle la diſtance abſolue de la baſe à la pince, fourniſſent un moyen de meſurer plus immédiatement la longueur du Pendule, ſans qu'on ait beſoin de prendre la diſtance de la baſe à la ſurface inférieure de la Sphere ; car la règle étant ſuppoſée debout ſur la baſe, il n'y a qu'à hauſſer ou baiſſer cette baſe, par le moyen de ſes trois vis, juſqu'à ce qu'elle touche juſte

juſte la ſurface inférieure de la Sphere; & l'on verra par-là tout d'un coup quelle eſt ſa diſtance à la pince.

Nous prendrons preſque toujours les dimenſions dans ces expériences en 20mes de ligne, & nous les exprimerons de même, excepté dans les analogies, & dans leurs réſultats, lorſque la petiteſſe des fractions l'exigera.

EXPERIENCE III.

Pendule d'environ 3 pieds 10 lignes; Boule de Léton; Fil de pite.

32. Le 13 Mai au matin, Therm. $+8\frac{1}{2}$.
Barometre, 28 pouc. 0 lign.
Diſtance de la baſe, & de la ſurface inférieure de la Sphere à la pince, en 20mes de ligne . . . . . 8970 $\frac{3}{5}$.
Rayon de la Sphere à ôter . . . . 122 $\frac{3}{5}$.

Reſte la longueur du Pendule . . . . . 8848.
qui font 3 pieds 10 lignes $\frac{2}{5}$, & par conſéquent un Pendule plus long que le Pendule à ſecondes.
Ayant abbaiſſé la baſe, j'ai mis le Pendule en mouvement à 8^h 20'.

1er. Concours obſervé à	8^h	34'	0".
Oppoſition obſervée à	8	42	30.
2me. Concours obſervé à	8	51	0.
7me. Concours obſervé à	10	11	0.
8me. Concours obſervé, & conclu par la fin & le commencement apparens des oppoſitions, au milieu deſquelles il devoit ſe trouver, à	10	27	30.

Otant

Otant de cette heure celle du 1er Concours . . . . . 8h 34′ 0″.
Il reſte pour les 7 intervalles ... ou 6810″; & diviſant cette ſomme par 7, on a 972″$\frac{6}{7}$ pour chaque intervalle; mais à cauſe de la fraction $\frac{6}{7}$, il vaut autant prendre le nombre même de la ſomme, ou les 6810″, pendant leſquelles le Pendule d'expérience doit avoir perdu 7 × 2, ou 14 battemens; il vient donc pour le nombre de ſes oſcillations correſpondantes, 6796. 1 53 30.
Le quarré du premier nombre, 6810, eſt . . . . . 46376100.
Et celui du ſecond, 6796, eſt ... 46185616.

Analogie.

$$46376100 : 46185616 :: 8848 : \frac{46185616 \times 8848}{46376100}$$

$= \frac{408650330368}{46376100} = 8811\frac{30513268}{46376100}$, qui valent un peu moins de 44059 centiemes, & par conſéquent 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$, & près de $\frac{1}{10}$, ou 3 pieds 8 lign. $\frac{3}{7}$ moins $\frac{1}{100}$.

Cette expérience a été faite avec beaucoup de ſoin, & de ſuccès, le Pendule s'étant trouvé après les 6796 oſcillations, préciſément de la même longueur qu'auparavant; mais ma Pendule retardant par l'obſervation du ſoir, d'environ 2 ſecondes par jour, il faut réduire la longueur trouvée à 44047.

Ex-

EXPERIENCE IV.

Oſcillations coniques; Pendule de 3 pieds 8 ½ lignes ⅓.

33. Le tout demeurant en l'état où il étoit à la fin de l'expérience précédente, j'ai retiré le Pendule de ſa ligne IL, & je l'ai pouſſé ſelon la direction RX, perpendiculairement à QX, à environ 1 ½ pouce de diſtance de TD, & d'une telle force que la Sphere S décrivoit ſenſiblement des cercles autour du point d'interſection des lignes TD, QX.

On voit bien qu'il va naître de ce mouvement, ce que l'on appelle des *Oſcillations* ou *Circulations coniques*, que l'on ſait, par le IXme Théorême de M. *Huygens*, devoir être égales entre elles, lorſqu'elles ſont fort petites, & à de doubles *Oſcillations latérales*, fort petites auſſi, comme étoient celles des expériences précédentes, où elles ſe faiſoient dans un plan qui paſſe par la ligne IL; c'eſt-à-dire, que chaque Circulation complette, ou chaque retour du Pendule au même point d'où il étoit parti, vaut deux Oſcillations latérales.

Pour voir ce que l'on en pouvoit eſpérer dans la pratique, ou plutôt quelle erreur il y avoit à craindre de la part de ces ſortes d'oſcillations, quand elles viennent à ſe mêler avec les latérales, ou auparavant, lorſque de circulaires, elles deviennent (étant projettées ſur le plan de la baſe) des eſpeces d'Ellipſoïdes, j'ai compté 300 circulations ſen-

ſenſiblement circulaires ou ellipſoïdes, fort courtes, pendant leſquelles le Pendule de comparaiſon a battu 601″, ce qui donne pour l'analogie, $\overline{601}^{2}$ (361201) : $\overline{600}^{2}$ (360000) :: 8848 : 8815 $\frac{293185}{361201}$, qui étant priſes pour 8816, feroient tout juſte 3 pieds 8 lignes & $\frac{4}{7}$.

REMARQUES

Sur les inconvéniens des Oſcillations coniques, & la maniere de les éviter.

34. Quoique cette longueur ſurpaſſe tout au moins d'un cinquieme de ligne, celle du Pendule à ſecondes, l'erreur n'eſt pourtant pas auſſi conſidérable que je l'aurois cru: car il entre ici bien des cauſes d'irrégularité.

1°. La force centrifuge qui ſe complique avec le poids du Pendule, eſt toute différente dans les oſcillations coniques, plus petite en un ſens, mais plus conſtante que dans les latérales; puiſque dans celles-ci elle augmente toujours pendant l'accélération de la deſcente du poids & diminue dans le retardement de la montée, au-lieu que dans les autres elle eſt la même pendant toute la circulation, où la vîteſſe ne change pas, ce qui doit tendre & peut-être allonger le fil tout différemment.

2°. Au-lieu qu'il ne ſe fait qu'un pli au fil tout proche du tranchant de la Pince, à chaque oſcillation latérale, ce fil au contraire eſt contraint de ſe tordre un peu, & de ſe détor-

détordre alternativement à chaque oſcillation conique, & apparemment un peu plus loin de ce tranchant ; ce qui doit faire l'effet d'un Pendule plus court, produire un plus grand nombre d'oſcillations, & donner un Pendule à ſecondes plus long dans l'analogie, où ce nombre eſt multiplié par la longueur obſervée.

3°. On ne ſauroit obſerver longtems les circulations coniques, parce que le poids du Pendule décrit quelque tems après qu'on l'a mis en mouvement, des Ellipſoïdes fort allongées, qui doivent être d'autant plus iſochrones entre elles, & avec les latérales, que tenant un milieu entre celles-ci, & les circulations régulierement coniques, elles approchent davantage des premieres ; & le Pendule ſe renferme enfin dans un plan où il ne fait plus que des vibrations latérales. Cela doit être ainſi, & je l'ai preſque toujours éprouvé, à cauſe de l'applatiſſement du fil au tranchant de la pince, & dans la même direction que les deux lames qui la compoſent. Cependant lorſque le fil de pite qui eſt ordinairement un peu plat, ſe trouve pris, par hazard, à la pince en ſens contraire, ce changement d'oſcillations coniques en latérales n'eſt pas ſi prompt ; mais on a toujours de la peine à diſtinguer les unes des autres ſur la fin du mouvement du Pendule.

35. Quoi qu'il en ſoit de l'iſochroniſme de toutes ces ſortes d'oſcillations, que je ne prétens pas diſcuter ici davantage, les lignes QX, TD (*Sup. art.* 12.) & un peu d'attention à lâcher le Pendule dans la derniere (DT),

préviendront, comme on voit, les inconvéniens qui pourroient arriver de leur mêlange avec les laterales dans les expériences ordinaires. Mais ſi, au-lieu de fil de pite, on ſe ſert d'un fil tors, de chanvre ou de ſoye, quelque bien ciré qu'il ſoit, & quelque tems qu'on lui ait laiſſé pour ſe détordre, & s'allonger juſqu'à ſon point, les dernieres oſcillations du Pendule, d'ordinaire les plus exactes, & celles dont il convient le mieux de ſe ſervir, ſeront toujours équivoques, & paſſeront quelquefois alternativement du conique au latéral, & du latéral au conique, par une variation continuelle juſqu'à ſon entier repos.

36. C'eſt ſans doute d'un pareil fil que l'on s'étoit ſervi dans l'Académie de Florence, en faſant l'expérience du Pendule, puiſque pour éviter les oſcillations coniques, ou la *Spirale ovaliforme*, par où on avoit pris garde qu'il finiſſoit preſque toujours, on ſe détermina à y employer un fil double, comme on le voit ici Fig. 4, afin de retenir par-là la Sphere dans un même plan d'oſcillation. Voici une expérience de cette eſpece.

EXPERIENCE V.

Fil double, à la maniere de l'Académie de Florence.

37. Le 18 Mai 1735, Therm. +9. Barom. 28 pouc. 1 ligne. Vent Nord.

* J'ai fait paſſer librement le fil *FAL* par l'an-

* Fig. 4.

l'anneau *A* de la Sphere S, la même que ci-deſſus, en écartant les deux bouts *F*, *L*, d'environ 4 pouces. C'eſt encore d'un fil de pite dont je me ſuis ſervi, ne croyant pas qu'on pût y employer en ſureté le chanvre ou la ſoye. La longueur du Pendule, ou la diſtance *IS* du centre à la pince, s'eſt trouvée, toutes déductions faites, de . . . . . 8802, c'eſt-à-dire, de 3 pieds 8 lignes & $\frac{1}{10}$; plus court par conſéquent que le Pendule à ſecondes.

De deux ou trois Expériences que j'en ai faites, je préfère celle qui m'a donné 1861 oſcillations ſur 1860″, dont les quarrés ſont 3463321, 3459600; & d'où l'on tire la longueur du Pendule à ſecondes $= \frac{3463321 \times 8802}{3459600}$ $= 8811\ \frac{1415842}{3459600}$; d'où il faudra retrancher l'effet du poids du fil double.

REMARQUES

Sur la complication de la Peſanteur du Fil avec celle du poids proprement dit du Pendule. Formule pour en évaluer les effets. Correction des Expériences précédentes à cet égard. Maniere de compter les Oſcillations des longs Pendules.

38. Cette méthode a ſa commodité. Je crois cependant que celle que nous avons pratiquée avec un fil ſimple, lui eſt préférable: car outre que le fil double en augmente d'autant le poids, le Pendule ſe meut moins de

tems, ayant à faire plier près de la pince, à chacune de ſes oſcillations, deux fils au lieu d'un, & trouvant à cet égard deux fois autant de réſiſtance dans l'air ; ce qui empêche de compter pluſieurs concours, & diminue à proportion l'exactitude de l'opération.

39. Puiſque le poids du fil entre encore ici pour quelque choſe, & qu'il devra être compté dans les expériences que nous allons faire d'un Pendule beaucoup plus long que les précédens, & dans celles où nous nous ſervirons d'un fil de métal, il eſt tems d'examiner quel peut être l'effet de ce poids dans toutes nos expériences, & d'apprécier l'erreur qu'il pourroit y apporter. Cette queſtion n'eſt pas ſans difficulté. La formule du centre d'oſcillation de deux ou de pluſieurs poids finis, attachés à une verge inflexible, & ſans peſanteur, ne peut ſervir à la réſoudre qu'avec des reſtrictions & par des opérations, dont on ne voit peut-être pas d'abord toute l'analogie. Le fil eſt une verge flexible, & peſante dans tous ſes points, ce qui fait un Pendule compoſé d'une infinité de poids infiniment petits. Il eſt vrai qu'on peut ſe diſpenſer d'avoir égard à cette flexibilité, parce qu'il eſt impoſſible qu'elle produiſe jamais d'effet ſenſible, dans le cas dont il s'agit, d'un Pendule qui fait des oſcillations de 2 ou 3 pouces, & dont le poids qui eſt au bout, ſurpaſſe plus de cent ou de mille fois celui du fil auquel il eſt attaché. Mais la circonſtance du poids de ce fil répandu ſur toute ſa longueur, & conſidéré entant qu'il doit hauſſer le centre d'oſcillation commun de toutes les parties du Pendule,

dule, peut devenir ici d'une très grande importance: car tandis qu'une soufflure, ou un excès de matiere sur la surface de la boule, équivalans à la 100me partie de sa pesanteur, ne donnent ce haussement dans un Pendule de 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$, que d'environ un 10me de ligne, comme il a été expliqué ci-dessus, un pareil poids dans le fil de suspension le donnera sept à huit fois plus grand, & d'environ $\frac{3}{4}$ de ligne; ce qui augmentera encore avec la longueur du Pendule, en raison directe de cette longueur.

40. Pour nous faire là-dessus une Formule propre au sujet & d'une application aisée, j'adopterai la théorie de M. *Bernoulli*, expliquée dans les Mémoires de l'Académie, & dans les Actes de Leipsick, année 1714, où cet illustre Géometre donne une méthode déduite des principes de méchanique les plus simples, & infiniment générale, par laquelle il trouve le centre d'oscillation d'un Pendule composé quelconque. Cette méthode consiste principalement à chercher ce centre par le centre de gravité commun des momens de chacun des poids, qu'il traite comme les poids mêmes, dans les questions ordinaires du centre de gravité.

Cela posé, soit * SP le fil d'un Pendule considéré comme une ligne inflexible, & également pesante dans toute sa longueur, & dont le poids total représentant l'unité, soit sous-multiple d'un plus grand poids P, attaché & réuni à l'extrémité inférieure P.

On

* Fig. 5.

On ſait que le centre de percuſſion, ou d'oſcillation d'une ligne SP, mobile autour du point S, & qu'on imagine comme compoſée d'une infinité de points peſans également diſtribués ſur ſa longueur, eſt en T, à la diſtance $\frac{2}{3}SP$.

Conſidérant donc la ſomme des momens en T, comme un poids ($\frac{1}{2}SP$,) & le moment au point P, comme un autre poids ($P \times SP$) ; multipliant le premier par la diſtance commune TP, ($\frac{1}{3}SP$,) & diviſant le produit par leur ſomme, on aura, conformément à la règle des centres de gravité,

$$\frac{\frac{1}{2}SP \times \frac{1}{3}SP}{\frac{1}{2}SP + P \times SP} = \frac{\frac{1}{6}SP}{P + \frac{1}{2}} = PC,$$ diſtance du dernier au centre de gravité commun C, qui n'eſt ici autre choſe que la quantité dont la peſanteur donnée du fil, hauſſera, ou fera monter le centre d'oſcillation du Pendule *.

41. Cette Formule eſt d'autant plus commode pour la recherche dont il s'agit, que *la quantité* PC *ſe trouve toujours exactement proportionelle, en raiſon directe, à la longueur du Pendule* SP, *& en raiſon inverſe, à très peu près, à la grandeur du poids* P, lorsqu'il ſurpaſſe de beaucoup le poids du fil, comme il arrive toujours dans ces expériences. On peut ſe convaincre de cette loi & de cette analogie, par la ſeule inſpection des termes de la Formule; de ſorte qu'en l'appliquant d'abord à un ou deux exemples, nous aurons enſuite par une règle de trois, & le plus ſouvent

* *On trouvera après le Mémoire, un Eclairciſſement ſur ce ſujet.*

vent d'un coup d'œil, l'erreur que le poids du fil peut produire, ou avoir produit, dans nos expériences. Soit $SP = 3$ pieds 8 lignes $\frac{1}{2} = 44050$ centiemes, & $P = 1000$.

On trouve $PC = \frac{\frac{1}{6} \times 44050}{2000 + \frac{1}{2}} = \frac{7341\frac{2}{3}}{1000\frac{1}{2}}$

$= 7\frac{341\frac{2}{3}}{1000\frac{1}{2}}$, $= 7\frac{2029}{6003}$, qui valent environ $\frac{1}{13\frac{7}{11}}$ de ligne.

Si au-lieu de $P = 1000$, on l'avoit fait seulement $= 100$, on auroit eu $PC = 73\frac{11}{603}$, sensiblement le décuple de $7\frac{2029}{6003}$, qui est $73\frac{2281}{6003}$, & environ les $\frac{1}{4}$ d'une ligne, comme il a été remarqué ci-dessus.

Mais si, toutes choses d'ailleurs égales, on augmente la longueur SP, du double, par exemple, ou du triple, on trouvera PC exactement double, ou triple des déterminations précédentes.

42. Dans la premiere expérience (*Article* 21.) où le fil du Pendule étoit le plus long, & en même tems le plus gros, & le poids $P = 400$, le plus petit,

On aura $\frac{\frac{1}{6} \times 86016}{400 + \frac{1}{2}} = \frac{14336}{400\frac{1}{2}} = 35\frac{637}{801}$,

qu'on peut prendre pour 36 centiemes, qui étant ôtés des 86016 dans l'analogie, réduiront la longueur trouvée du Pendule à secondes, au-lieu de $44074\frac{7}{19}$ &c. à environ 44056, ou 44055, à cause de la correction de l'Horloge.

Dans la 2me & dans la 3me expérience, où

la longueur du fil eſt à-peu-près égale, & autour de 3 pieds 8 lignes, le poids P, ou la Sphere étant de 1707 grains, & le fil de pite dont je me ſuis ſervi, d'environ $\frac{1}{2}$ de grain, P devient $= 1707 \times 3 = 5121$; ce qui donne PC, ou fait monter le centre d'oſcillation, d'environ $\frac{1\frac{1}{2}}{100}$ de ligne. On aura donc les longueurs du Pendule à ſecondes, par ces deux expériences de $44056\frac{2}{3}$ & $44055\frac{2}{3}$.

La 4me ne me paroît pas aſſez ſure pour être miſe en ligne de compte; & à l'égard de la 5me le fil doublé donnant $\frac{2\cdot\frac{2}{3}}{100}$ à retrancher de la longueur trouvée, elle ſera d'environ 44055.

43. J'ai voulu faire avec la même boule de cuivre quelques expériences de longs Pendules, par exemple, d'environ 6 pieds, comme dans la premiere, & de 9 à 10 pieds, qui eſt tout ce que la commodité du lieu a pu me permettre; mais ſans perdre l'avantage, & la commodité que donnent les *concours* & les *oppoſitions* des deux Pendules, pour compter ſans peine le plus grand nombre de vibrations obſervables que peut fournir le Pendule d'expérience; ce qui eſt encore plus néceſſaire à l'égard des longs Pendules, qu'à l'égard des plus courts, ainſi qu'il a été expliqué ci-deſſus Art. 25.

J'ai donc pris pour cela, au-lieu de longueurs juſtes de 6, de 9, ou de 10 pieds, celles qui me devoient donner certains retours fréquens, & commenſurables avec les

60"

60″ de la minute. Par exemple, un Pendule de 6 pieds 2 pouces & un peu moins de 11 lignes, ne fera que 7 vibrations quand le Pendule de comparaiſon ou de l'Horloge en fera 10, ou à chaque 10″; de ſorte que s'ils partent enſemble du point 0, ou 60″, ils doivent ſe rencontrer en 10, 20, 30, &c. de 10 en 10″, mais alternativement de concours & en oppoſition. J'écris donc ces nombres tout proche du lieu de l'obſervation, & comme on les voit *Fig. 6. où DL exprimant la ligne du Pendule perpendiculaire à l'horizon, tous les nombres de la droite, 60, 20, 40, &c. expriment les retours en concours, & ceux de la gauche, 10, 30, 50, &c. les retours en oppoſitions. Enſuite faiſant le Pendule d'expérience un peu plus long, ou un peu plus court, & l'ayant mis en mouvement, j'obſerve d'abord tout de ſuite l'intervalle d'un premier concours, après quoi j'y reviens d'heure en heure, &c. En un mot, j'applique ici toute la théorie de l'Article 24. Il n'y a que la pratique qui puiſſe apprendre combien cette maniere de compter les vibrations d'un grand Pendule eſt aiſée, ſure, & commode. Mais ſi l'on vouloit doubler, pour ainſi dire, ces avantages par l'alternative des pairs & impairs, à droite & à gauche de † DL, il n'y auroit qu'à prendre un Pendule dont les tems euſſent avec ceux de l'Horloge, un rapport exprimé par un impair, ou par des impairs, dont le retour à 60″ ne ſe fît qu'après pluſieurs minutes, par exemple, 17 &

*Fig. 6. †Fig. 7.

17 & 25, tel que ſeroit celui d'un Pendule de 6 pieds 7 pouces 4 lignes $\frac{1}{2}$, qui donneroit la table de la Fig. 7, &c.

EXPERIENCE VI.

Pendule d'environ 6 pieds 2 pouces 10 lignes. Boule de cuivre d'un pouce. Fil de pite.

44. Le 28 Mai au matin, Thermom. + 10. Barometre 27 pouces. Vent Oueſt.

Diſtance de la baſe & de la ſurface inférieure à la pince, ci	18090
qui valent 100mes de ligne	90450
D'où il faut ôter le rayon de la Sphere, qui eſt 613, & environ 2 $\frac{2}{3}$ pour le poids du fil, faiſant en tout 615 $\frac{2}{3}$. Il reſtera donc pour la longueur du Pendule	89834 $\frac{1}{3}$

qui valent 6 pieds 2 pouces 10 lignes, & environ $\frac{14}{100}$. Mais il a été remarqué ci-deſſus qu'un Pendule de 6 pieds 2 pouces & 11 lignes, devoit faire 7 oſcillations en 10 ſecondes; donc celui-ci plus court d'environ $\frac{66}{100}$ ſera plus prompt, & c'eſt une oſcillation qu'il gagnera à chaque oppoſition, & deux à chaque concours.

Je l'ai mis en mouvement à 10h 36', & il eſt parti juſte avec 0' de la Pendule,

ci	10h	36'
1re Oppoſition jugée parfaite à . . .	11	28
1er Concours obſervé à	0	20
2me Oppoſition obſervée à	1	12
D'où ôtant 10h 36', il reſte.	2	36

ou

ou 156' pour les trois intervalles d'oppoſition & de concours, ce qui fait pour chacun 52', ou. . . . . 3120"

Or 10:7 :: 3120: 2184. D'où il ſuit que le Pendule d'expérience a fait pendant cet intervalle 2184 + 1 oſcillations, ci 2185

Les quarrés de ces nombres ſont 9734400, 4774225.

Analogie:

$$9734400 : 4774225 :: 89834\tfrac{1}{3} : \frac{4774225 \times 89834\frac{1}{3}}{9734400}$$

$= 44059\ \frac{139,\ \&c.}{973,\ \&c.}$ qui ſe réduit à environ 44058, parce la Pendule s'eſt trouvée retarder de 7" depuis 6 jours, qui donnent 1"$\frac{1}{6}$ par jour.

EXPERIENCE VII.

Pendule d'environ 9 pieds, &c.

45. Le 30 Mai 1735, Therm. + 12. Barometre 28 pouces 3 lignes $\frac{1}{2}$. Vent Nord-Oueſt.

Toutes déductions faites, & ſur-tout celle de $\frac{4}{100}$ pour le poids du fil, le Pendule d'expérience ſe trouve de 9 pieds 1 ligne, & $\frac{1}{20}$, ou de 25945 vingtiemes juſte.

Pour meſurer cette longueur, de même que la précédente, je me ſuis ſervi d'une ſeconde règle d'environ 4 pieds, de même groſſeur, & de même épaiſſeur, attachée au bout de la règle de fer; ayant mis ces deux

règles, ou cette règle prolongée, perpendiculaire ſur la baſe, & tout contre le tranchant *P Z* de la pince, comme je le pratiquois pour la ſeule règle de fer (*Sup. Art.* 20.); j'y ai marqué avec une pointe déliée la hauteur de ce tranchant au deſſus de la baſe, & j'ai pris avec un compas à verge la diſtance de cette marque à quelqu'une des diviſions de l'extrémité ſupérieure de la règle de fer. D'où j'ai conclu la hauteur ou diſtance abſolue de la baſe à la pince.

Comme un Pendule de 9 pieds moins demi-ligne, ne fait que 7 oſcillations ſur 12 du Pendule à ſecondes, ſuppoſé d'environ 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$, on auroit pour les retours ou rencontres d'un tel Pendule avec celui de l'Horloge les nombres ſuivans 0″, 12, 24, 36, &c. dont on retiendra une table, comme les précédentes (*Fig.* 6 & 7.) Mais le Pendule actuel d'obſervation de cette expérience étant de 1 ligne & $\frac{1}{4}$ plus long que 9 pieds moins demi-ligne, il ſuit qu'il aura perdu une oſcillation à chaque oppoſition, & deux à chaque concours, &c.

Ledit Pendule a été mis en mouvement à 0″ ſur 9^h juſte.

1er Concours à	9^h	0′	0″
Oppoſition à	9	28	
2me Concours obſervé à	9	56	$\frac{1}{2}$
3me Concours obſervé à	10	53	$\frac{1}{2}$
4me Concours obſervé à	12	48	

Otant 9^h, il reſte 3 48

pour les quatre intervalles; & diviſant le total par 4, on trouve 57′ ou 3420″ pour chacun,

cun, qui par l'hypothese répondent à 1995—2, ou 1993 oscillations du Pendule, & dont les quarrés sont 11696400, & 3972049.

Analogie.

$$11696400 : 3972049 :: 25945'' 8810''' : \frac{952'', \&c.}{1169'', \&c.}$$

qui valent 10c^mes 44054, d'où il faut, comme dans la précédente, ôter 1 pour la correction de la Pendule; il reste donc 44053.

REMARQUE

Sur les deux Expériences précédentes. Moyen d'éviter les inégalités du Fil de pite.

46. Ces deux dernieres expériences faites avec grand soin, donnent cependant deux quantités qui diffèrent de $\frac{1}{100}$, ou d'un 20me de ligne. Cette différence qui est bien petite, pourroit bien ne venir que de quelque erreur de dimension; mais je trouve encore ici un autre sujet de doute. Il n'est pas possible que sur cette longueur du fil supposé d'un certain poids, il n'y ait bien des inégalités assez sensibles. Or on sait par la théorie des centres d'oscillation, que sur la longueur de la verge d'un Pendule, il y a un point, un *maximum*, où le même poids réuni fait plus d'effet que par-tout ailleurs; de sorte que si dans l'une des expériences l'endroit le plus pesant du fil se trouvoit fort près de ce point, & dans l'autre fort loin, il faudroit qu'il en résultât une différence sensible entre elles, malgré la correction dont nous avons

tenu

tenu compte pour l'effet du poids total, & l'exactitude des expériences à l'égard de tout le reſte. Pour éviter cet inconvénient, je me ſuis ſervi d'un fil d'argent, ou de cuivre, paſſé à la filiere, & d'une fineſſe preſque égale à celle d'un cheveu, & j'ai refait les deux expériences dans les mêmes dimenſions, après m'être aſſuré du poids de quelques toiſes de ce fil, qui m'ont donné environ 3 grains par toiſe ou demi-grain par pied.

EXPERIENCES VIII. & IX.

Pendules d'environ 6 & 9 pieds. Fil d'Archal.

47. Le réſultat de l'expérience VIIIme correſpondante à la VIme a donné la longueur du Pendule à ſecondes, de 44071, & celui de l'expérience IXme correſpondante à la VIIme de 44066.

REMARQUES

Sur l'inconvénient du Fil d'Archal par ſon reſſort. Moyen d'y remédier.

48. Cet excès de longueur, vu l'accord des expériences précédentes, où elle eſt toujours renfermée entre 44053 & 44058, m'a fait bientôt appercevoir que le fil de métal beaucoup moins flexible que celui de pite, ne devoit ſe plier ou courber ſenſiblement, qu'un peu au-deſſous du tranchant de la pince, & du point de ſuſpenſion. De-là, des vibrations plus courtes, & en plus grand nombre dans le

le Pendule d'expérience, qu'il n'en faut pour ſa longueur abſolue. Ce plus grand nombre, ou ſon quarré multiplié par cette longueur, & diviſé par le quarré des oſcillations de l'Horloge, donnera donc un quotient ou un Pendule à ſecondes, plus grand qu'il ne doit être; & d'autant plus, que la diſtance de ce point de la courbure au tranchant de la pince, ſe trouve faire partie d'un Pendule plus court. C'eſt ce qui eſt évident ici, où le Pendule de 6 pieds donne $\frac{1}{100}$ de plus que celui de 9, & c'eſt encore ce que j'ai éprouvé avec un Pendule de 3 pieds 8 lignes, qui m'a donné plus de $\frac{1}{100}$ au-delà. D'où l'on voit quel fonds on peut faire ſur les expériences du Pendule, que quelques obſervateurs diſent avoir faites avec de pareil fil.

49. Le point ou le petit arc de l'*Elaſtique* ſur lequel les oſcillations d'un tel Pendule ſont cenſées ſe faire, *ce centre* ou *ce lieu de converſion*, dont la diſtance détermineroit la longueur du Pendule ſimple qui lui ſeroit iſochrone, ſeroit ſans doute le ſujet d'un très beau Problême Phyſico-mathématique, & auquel je ne ſache pas qu'on ait encore penſé. Mais cette recherche ſeroit ici, à mon avis, plus curieuſe qu'utile, les moindres irrégularités dans la contexture ou dans le reſſort du fil de ſuſpenſion pouvant produire de très grandes différences ſur la diſtance du point dont nous venons de parler. Et en effet, dans quelques autres expériences que j'ai faites là-deſſus, les mêmes fils, je veux dire différens brins du fil paſſé à la même filiere, mais un peu plus gros que celui des

expé-

expériences précédentes, m'ont donné de ces différences tout-à-fait ſenſibles, non-ſeulement ſur le total de chaque expérience comparée l'une à l'autre, mais encore par rapport au commencement & à la fin de chacune, ſelon que les oſcillations étoient plus grandes ou plus petites, quoiqu'elles fuſſent toutes renfermées dans des bornes aſſez étroites, & où l'iſochroniſme devoit avoir lieu. L'on voit même que cela doit être ainſi, pour peu que l'on faſſe attention à cette derniere circonſtance, & à la nature du Problême. Car les vîteſſes du poids attaché au bout du fil du Pendule étant en raiſon des arcs qu'il décrit, ce ſont comme autant de différentes puiſſances appliquées à l'extrémité de la lame à reſſort, &c. & les développantes de différente grandeur qui en réſultent dans le mouvement du poids proprement dit du Pendule, ne ſont pas des courbes de chute iſochrone. D'où naîtroit cet autre Problême, Quelle eſt la développée qu'il faut ſubſtituer à la cycloïde dont on ſe ſert au point de ſuſpenſion, pour rendre iſochrones les oſcillations quelconques du Pendule de l'Horloge, lorſqu'il eſt attaché à une lame à reſſort ? Mais revenons à nos expériences. Pour ne pas perdre les avantages que donnent la force, & l'uniformité du fil de métal en comparaiſon du fil de pite, & pour en éviter en même tems les inconvéniens, j'ai eu recours à cette voye ; j'ai repris les deux expériences précédentes, & j'en ai fait une troiſieme d'un Pendule d'environ 3 pieds 8 lignes, en ajoutant au bout du fil de métal, à une ou deux lignes de la ſuſpenſion

sion ou du tranchant de la pince, un fil de pite de cette longueur; & par ce moyen le Pendule a fait ses oscillations avec la même facilité que dans les premieres expériences. J'avoue que le fil de pite, non plus que toute autre substance, ne sauroit être absolument exempt d'élasticité, & qu'il donnera par conséquent encore à la rigueur, dans les oscillations de même étendue, un *point de conversion* un peu au-dessous du centre de suspension. Mais il suffit que cela soit insensible, & hors de toute évalution constante dans la pratique, comme il y a grande apparence qu'il l'est, pour nous dispenser de pousser plus loin notre scrupule sur ce sujet.

EXPERIENCES X, XI, & XII.

Fil d'Archal terminé par un fil de Pite.

50. La Xme où le Pendule étoit de 6 pieds, &c. comme la VIme & la VIIIme, a donné, toutes corrections & déductions faites, le Pendule à secondes de . . . . . 44055.

La XIme avec un Pendule de 9 pieds, &c. . . . . comme la VIIIme & la IXme, l'a donné de . . . . . 44052.

La XIIme où le Pendule, toutes réductions faites, avoit 3 pieds 9 lignes $\frac{1}{100}$, de 44057

Voici le détail de cette derniere, faite un des premiers jours du mois de Juin.

Distance de la base, & de la surface inférieure de la Sphere à la pince, évaluée en 100mes à . . . . . 44909 $\frac{1}{2}$

D'où

D'où il faut ôter le rayon de la Sphere 613, & la partie PC, provenant du poids du fil, laquelle par les Articles 42, & 46, vaut environ $4\frac{1}{2}$; il reſtera donc pour la longueur du Pendule, ci . . . . . 44292, ou 3 pieds 9 lignes $\frac{5}{8}$.

L'ayant mis en mouvement, j'en ai obſervé ou conclu 7 concours en $1^h\ 27'\ 44''$ ou $5264''$, qui donnent pour chacun $752''$, pendant leſquelles le Pendule aura battu $752 - 2 = 750$ fois. Les quarrés de ces nombres ſont 565504, 562500.

Analogie.

$$565504 : 562500 :: 44292 : \frac{44292 \times 562500}{565504}$$

$$= 44056\ \frac{405,\ \&c.}{565,\ \&c.}$$

Le Thermometre étoit ce jour-là à + 18. Le Barometre 28 pouces 0 lignes. Vent Oueſt.

REMARQUES.

Deſcription de quelques Spheres plus groſſes que celles des expériences précédentes. Peſanteur ſpécifique du Cryſtal de Roche. Centre d'Oſcillation de la Sphere; Erreur de quelques Géometres ſur ce ſujet.

51. Avec l'expédient de l'Article 49, un peu plus ou un peu moins de groſſeur ou de roideur dans le fil de métal, ne pouvant nous nuire, je n'ai pas voulu finir cette recherche, & en déranger les préparatifs, ſans faire quelques expériences avec des Spheres plus groſſes, & d'un beaucoup plus grand poids.

1°. Une

1°. Une Sphere d'un cuivre rouge mêlé de potin, du poids de 7 onces 3 gros 2 grains, ou 4250 grains, & de 1 pouce 4 lignes & $\frac{8}{20}$, ou 328 vingtiemes de diametre.

2°. Une Sphere d'yvoire que je n'ai employée qu'à cauſe de la parfaite rondeur dont elle m'a paru. Son poids eſt de 2 onc. 3 gros $\frac{1}{2}$ & 13 grains, & ſon diametre de 19 lign. $\frac{2}{20}$.

52. Enfin on m'a prêté une groſſe boule de cryſtal de roche, matiere qui ſeroit préférable aux métaux, malgré leur peſanteur, ſi les ſoufflures n'étoient d'auſſi petite conſéquence que nous l'avons fait voir ci-deſſus, *Art.* 29. parce que ſa tranſparence ne permet pas qu'on en ignore la groſſeur ou le nombre. Cependant cet avantage devient de plus en plus utile, à meſure que les Spheres ſont plus groſſes, par les raiſons que l'on en peut voir dans l'Article cité. Celle-ci qui eſt travaillée & arrondie avec beaucoup d'art, ayant été peſée à d'excellentes balances, s'eſt trouvée de 21 marcs 6 gros, ou 97200 grains. Son diametre eſt de 5 pouces 8 lignes $\frac{2}{5}$, ou en 20mes, 1368.

53. Je remarquerai en paſſant, que comme il n'y a pas d'apparence que les Auteurs qui nous ont donné les peſanteurs ſpécifiques de divers corps ſolides, ayent employé pour le cryſtal, de piece plus groſſe & mieux figurée que la Sphere dont je viens de parler, on pourra établir ſur celle-ci la vraye peſanteur ſpécifique du cryſtal. Mais à cette occaſion, j'en ai peſé & meſuré une autrre qui paſſe pour la plus groſſe qui ſoit à Paris. Elle a tout au moins 6 pouces 4 lignes de diametre

ou

ou 1520 vingtiemes de ligne ; & elle pese 28 marcs 2 onces & $\frac{1}{3}$ gros, ou 130200 grains.

Si l'on compare les deux diametres de ces Spheres, 1368, 1520, ou plutôt leurs cubes 2560108032, 3511808000 avec leurs solidités ou leurs poids, 97200, 130200, on les trouvera à-peu-près en proportion, ce qui me fait juger que leurs dimensions doivent avoir été bien prises, & que leur sphéricité est assez réguliere.

Supposant maintenant que le cube du diametre est à la solidité de la Sphere, comme 300 à 157, le cube de la premiere donnera pour sa solidité 1073123203 en 20mes cubes de ligne, dont la ligne cubique contient 8000; multipliant donc 8000 par 1728, qui est le nombre de lignes cubiques que contient le pouce, & divisant par leur produit la solidité de la Sphere, on trouvera 77 pouces 1084 lignes, & 3203 vingtiemes cubiques, par lesquels divisant son poids, on aura environ 1262 grains, ou 2 onces 1 gros 38 grains pour le poids du pouce cube de cristal de roche.

54. Avant que d'employer les grosses Spheres aux expériences du Pendule, nous devons parler d'une correction qu'elles exigent. J'ai supposé jusqu'ici que le centre d'oscillation du Pendule, abstraction faite du poids du fil, étoit au centre même de gravité de la Sphere, ou du poids proprement dit du Pendule. Et en effet peu s'en faut que ces deux points ne se confondent dans une Sphere d'un pouce de diametre, attachée à un Pendule de 3 pieds, l'espace qui les sépare n'étant

n'étant que d'environ $\frac{1}{100}$ de ligne, & diminuant de la moitié ou du triple, dans un Pendule double ou triple. Mais l'erreur devient d'autant plus considérable dans les grandes Spheres, qu'elle croît en raison doublée des quarrés de leurs diametres; de sorte que dans la premiere Sphere de cryſtal dont nous avons parlé ci-dessus, & pour un Pendule de 3 pieds, le mécompte seroit de plus d'une ligne. Car supposant avec M. *Huygens*, comme il l'a démontré dans son admirable Traité *de Horologio Oscillatorio*, que le centre d'oscillation ou de percussion d'une Sphere S, qui balance sur un point * A de sa surface, & sur l'axe de rotation AR, est au-dessous de son centre de figure, ou de gravité K, de la quantité $KO = \frac{2}{5} AK$, ou à $\frac{1}{5}$ de son diametre AX; il suit, & M. *Huygens* l'a encore démontré, que pour trouver cette même quantité (KO) dans une Sphere attachée au fil d'un Pendule AP, il faut faire $PK : AK :: \frac{2}{5} AK : KO$. D'où il suit que $KO = \frac{2AK^2}{5PK}$ *sera toujours en raison directe doublée du rayon ou du diametre de la Sphere, & en raison simple inverse de la longueur du Pendule.*

55. Si M. *Huygens* s'étoit trompé dans la recherche du centre de percussion de la Sphere qui fait ses balancemens sur un point de sa surface, il ne faudroit pas être surpris que la juste prévention qu'on a pour son mérite, eût fait tomber après lui quelques Ecrivains dans l'erreur. Mais j'avoue que je ne

* Fig. 8.

ne ſaurois trop m'étonner qu'à la ſuite d'un guide ſi ſûr, ſi original ſur la matiere dont il s'agit, & par conſéquent ſi connu, des Auteurs modernes d'ailleurs très éclairés, & habiles Géometres, nous ayent donné tant de fauſſes déterminations ſur les centres d'oſcillations de divers corps réguliers, & en particulier de la Sphere, dont ils n'ont abbaiſſé le centre d'oſcillation, ou KO, que de la 5me partie du rayon, au-lieu des $\frac{2}{7}$. M. *Carré*, dans ſon *Traité du Calcul intégral*, eſt apparement le premier qui ſoit tombé dans le cas, & il a été ſuivi en cela par la plupart de ceux qui ont appliqué après lui ce calcul au même ſujet *. La mépriſe vient en général, de ce qu'ils n'ont pas tenu compte comme il convenoit de le faire, des parties peſantes du corps *oſcillant*, qui ſe trouvent hors du plan qui paſſe par l'axe de ſon oſcillation, ou de leurs diſtances à cet axe; & cela, à mon avis, faute d'avoir fait attention aux plans mus ou balancés ſur un axe qui leur eſt parallele, & à ceux qui ſont balancés ſur un axe qui leur eſt perpendiculaire, *in latus*, comme dit M. *Huygens*. D'où il eſt arrivé qu'ils ont donné des diſtances du centre d'oſcillation des Solides, toujours trop petites, & qu'ils ont traité quelquefois le corps formé par la révolution d'un plan ſur ſon axe de figure, comme le plan même, & trouvé la même intégrale, ou le même centre d'oſcillation pour l'un

* *V.* Method of Fluxions, both Direct and Inverſe, &c. 8. *London* 1730. part. *II.* ſect. *VII.* *Et la Traduction Françoiſe de cette partie*, ou du Calcul Intégral, *A Paris*, 4. *cette même année* 1735. &c.

l'un que pour l'autre ; ainſi qu'ils ont fait, par exemple, à l'égard du cylindre & du rectangle de la révolution duquel on peut concevoir qu'il réſulte. Car la diſtance du centre d'oſcillation de tout Sphéroïde ou corps engendré par la révolution d'une figure plane quelconque, doit participer de l'oſcillation du plan générateur agité *en plan* ou ſur un axe qui lui eſt parallele, & *de côté* ou ſur un axe qui lui eſt perpendiculaire, ce qui fait les cas extrêmes ; & auſſi ſur des axes dans toutes les poſitions intermédiaires par rapport aux deux précédentes, ce qui fait les cas moyens. Mais ce n'eſt pas ici le lieu de pouſſer plus loin ce détail: il me ſuffit d'avoir indiqué & relevé comme je l'ai dû faire, une erreur qui pouvoit devenir capitale ſur la matiere que je traite. Et puiſqu'il s'agit d'expériences dans ce Mémoire, je ne le finirai pas, ſans en donner quelqu'une du centre d'oſcillation de la Sphere, & peut-être auſſi de quelque autre corps régulier. Les Auteurs les plus fameux, & notamment M. *Huygens*, n'ont pas dédaigné cette eſpece de preuves dans leurs ſpéculations les plus profondes.

EXPERIENCE XIII.

Boule de cuivre de 16 *lignes* ½ *de diametre. Pendule de* 3 *pieds &c. Fil de métal employé comme aux Expériences X, XI, XII.*

56. Le 16 Juin, Therm. + 18. Barom. 28 pouc. o lign. ½. Vent Nord-oueſt. La Pendule retardant de 1″ par jour

Diſtance de la baſe & de la ſurface inférieure de la Sphere à la Pince en 20mes ci . . . . . 9021 $\frac{1}{4}$

Rayon de la Sphere à ôter 164

Hauſſement produit par le poids du fil, (*Sup.* 41.) à ôter ..... $\frac{1}{2}$

Somme . . . . . $164\frac{1}{2}$

qui étant ôtées de la diſtance ci-deſſus, il reſte . . . . . 8856 $\frac{1}{4}$

A quoi il faut ajouter $KO = \frac{\overline{2AK}^2}{5PK}$

$= \frac{\overline{2 \times 164}^2}{5 \times 8857\frac{1}{4}} = \frac{53792}{44286\frac{1}{4}}$ qui valent à-peu-près $1\frac{1}{4}$, ci . . . . . $1\frac{1}{4}$

Somme & véritable longueur du Pendule 8858

Ce Pendule ayant été mis en mouvement, j'en ai obſervé ou conclu 12 concours en $2^h\ 38'\ 30'' = 8910''$, qui donnent juſte, pour deux concours, ci, $24'\ 45''$, ou . . . . . 1485″

qui répondent à (oſcill. du Pendule)... 1481

car un ſeul conceurs auroit une fraction, qu'il vaut mieux éviter.

Quarrés de ces nombres . . . . . { 2205225 / 2193361

Analogie.

$2205225 : 2193361 :: 8858 : \frac{8858 \times 2193361}{2205225}$

$= 8810\frac{759488}{2205225}$, qui, réduites en 100mes, font environ $44051\frac{5}{7}$, qui par la correction de la Pendule ſe réduiſent à ..... $44050\frac{5}{7}$.

REMARQUE.

57. Quoique je penſe devoir compter ſur cette expérience autant que ſur aucune autre, par les attentions que j'y ai apportées, il faut convenir cependant que la longueur qu'elle donne au Pendule à ſecondes differe de près de $\frac{1}{10}$ de ligne, de ce que lui donnent quelques-unes des précédentes, ſur-tout lorſqu'on aura ajouté à leur réſultat la correction KO du centre d'oſcillation. Mais cela ne doit point ſurprendre, dès que je me ſuis ſervi ici d'une autre Sphere: il arrivera quelque choſe de pareil toutes les fois qu'on en changera, ou qu'on employera quelques inſtrumens différens. Car quelle préciſion dans leur fabrique, ou dans l'uſage que l'on en fait, pourroit prévenir l'erreur de quelque centieme de ligne? Ce ne ſera auſſi que d'une moyenne Arithmétique priſe de toutes nos expériences enſemble, que je conclurai la vraye longueur du Pendule à ſecondes, quoique, à dire vrai, je fuſſe porté à donner la préférence à celles qui ont été faites avec une petite Sphere, par les raiſons que j'en donnerai bien-tôt.

EXPERIENCE XIV.

Boule d'Yvoire d'environ 19 lignes de diametre; Pendule de 3 pieds, &c. Fil de métal. Le lendemain, & dans les mêmes circonſtances que la précédente.

58. Toutes déductions faites, cette expérience m'a donné la longueur du Pendule à ſecondes de . . . . . 44055.

EXPERIENCE XV.

Sphere de Cryſtal de 5 pouces $\frac{2}{3}$ de diametre; Pendule de 3 pieds, &c. Fil d'Archal, dont les 3 pieds peſent environ 29 grains $\frac{1}{2}$, employé comme l'enſeigne l'Art. 49.

59. Le 2 Juillet, Thermometre + 18. Barometre 27 pouces 9 lignes. Vent Sud. La Pendule retardant de 5 à 6″ depuis deux jours. Diſtance de la baſe & de la ſurface inférieure de la Sphere à la Pince, 20mes... 9508 $\frac{1}{5}$

D'où il faut ôter le rayon de la Sphere ſavoir 684, & la partie dont le poids du fil hauſſe le centre d'oſcillation, laquelle ſera d'environ $\frac{2}{5}$ (*Art.* 41.), le poids de la Sphere, qui eſt de 97200 grains, valant près de 3300 fois celui du fil, ou, ce qui revient au même, donnant $P = 3300$.

Il reſtera donc . . . . . 8823 $\frac{4}{5}$

A quoi il faut ajouter la partie KO, dont le centre d'oſcillation eſt abbaiſſé, $= \frac{2AK}{5PK} = \frac{2 \times 684}{5 \times 8824\frac{1}{5}} = \frac{935712}{44121}$ $= 21\frac{1}{5}$ ou à-peu-près, ce qui donnera enfin pour la véritable longueur du Pendule 8845

Ayant été mis en mouvement à 7h du matin, on en pouvoit encore compter les oſcillations à midi 25′ ou 26′. J'ai compté par obſervation immédiate ou par induction 15 concours en 4h 25′ 30″, ou 15930″, qui donnent

nent pour chacun 1062″, & pour chaque oppoſition ..... 531″
A quoi répondent (oſcillat. du Pendule) 530
dont les quarrés ſont ..... $\begin{cases} 281961 \\ 280900 \end{cases}$

Analogie.

$$281961 : 280900 :: 8845 : \frac{8845 \times 280900}{281961}$$

$= 8811 \frac{202, \&c.}{281, \&c.}$, qui, réduites en 100mes, feront environ 44058 $\frac{1}{7}$, & d'où ôtant les 2 $\frac{3}{7}$ pour les 5 à 6″ en deux jours de la Pendule, il reſtera 44056.

REMARQUES.

Inconvénient des groſſes Spheres; préférence à donner aux petites, & à la figure ſphérique, pour le poids du Pendule; & au fil de Pite ſur tous les autres fils, & ſur toute autre eſpece de ſuſpenſion.

60. Quoiqu'une Sphere de 6 pouces de diametre, par exemple, dont quelques diametres diffèrent entre eux de demi-ligne, puiſſe être regardée comme deux fois plus réguliere, & plus parfaite par proportion qu'une Sphere d'un pouce, dont quelques diametres ne différeroient que d'un 6me de ligne; cependant l'irrégularité abſolue d'une demi-ligne devant entrer ſans reſtriction dans les dimenſions du Pendule d'expérience, comme on peut voir dans les exemples précédens, elle y produira abſolument une erreur qui ſeroit triple de celle que pourroit y produire l'imperfec-

tion de la petite Sphere. Ainſi la grandeur des inſtrumens n'eſt pas toujours ici, comme dans la plupart des obſervations aſtronomiques, un moyen d'exactitude. Le meilleur remede à cet inconvénient, lorſqu'on jugera à propos de ſe ſervir d'une groſſe Sphere, c'eſt de ne tenir compte, pour établir ſon vrai diametre, que de celui qui eſt dans la ligne de ſuſpenſion du Pendule ; car c'eſt en ce ſens-là qu'on ôte le rayon de la Sphere de la diſtance de ſa ſurface au point de ſuſpenſion.

61. Quelque flexible que ſoit le fil de pite en comparaiſon du fil de métal, il participera toujours un peu de l'inconvénient que nous avons remarqué dans l'art. 48. Mais c'eſt, à mon avis, une très petite erreur, qu'il ſeroit dangereux de vouloir prévenir, & qui eſt, pour ainſi dire, néceſſaire, puiſque ceux qui ont fait des expériences de la longueur du Pendule, ou qui en feront à l'avenir, ſe ſont ſervis, ou ſe ſerviront de quelque choſe d'équivalent. Un Pendule à couteau avec une verge de métal, comme on l'a appliqué à quelques Pendules Angloiſes, ſeroit ſujet à de beaucoup plus grandes erreurs ; car outre qu'on ne ſauroit guere ſe promettre la parfaite uniformité de figure & de matiere de cette verge, très capable cependant d'influer dans nos expériences, j'ai éprouvé pendant quelques années qu'une pareille ſuſpenſion appliquée à une Pendule à ſecondes la faiſoit plus reſſentir du froid & du chaud, & des divers changemens de tems, que la ſoye ordinaire dont on ſe ſert. Et

après.

après avoir bien penſé à la cauſe de cet effet, toutes déductions faites des acceſſoires qui pouvoient la compliquer, je me perſuade que le couteau, & l'entaille d'acier ſur laquelle il porte, ſe trouvant plus ou moins compactes, avec des pores plus ou moins reſſerrés, & par-là ſe touchant par des ſurfaces plus ou moins polies, ſelon qu'il fait plus froid ou plus chaud, ſont d'autant plus ou d'autant moins ſuſceptibles de frottement; d'où s'enſuit le rallentiſſement ou l'accélération, & des vibrations plus ou moins grandes dans le Pendule.

62. Je ne connois donc rien de plus propre à la ſuſpenſion du Pendule pour l'expérience dont il s'agit ici, que le fil de pite, & je crois que l'on doit convenir de s'en ſervir dans tous les lieux de la Terre où l'on voudra faire cette expérience; car la conformité, & s'il ſe pouvoit, l'identité des inſtrumens, eſt plus néceſſaire en cette rencontre qu'en toute autre. Par cette même raiſon, je crois qu'on doit ſe borner à une Sphere de cuivre d'environ un pouce de diametre. Une d'or pourroit être auſſi peſante & plus petite, mais tous les obſervateurs n'ont pas la commodité d'en avoir; & à l'égard des autres figures que la Sphere, telles, par exemple, que les Sphéroïdes oblongs ou applatis, les Conoïdes, ou les deux Cones oppoſés par leurs baſes, & le Cylindre, je les crois de beaucoup inférieures, tant par quelques eſſais que j'en ai faits, que par la ſeule inſpection de la choſe.

Je donnerois cependant la préférence, après la Sphere d'environ un pouce de diame-

tre, à un Cylindre d'environ 10 lignes de hauteur, & autant de baſe.

Récapitulation & Réſultat de toutes les Expériences précédentes.

63. N'y ayant donc plus, que je ſache, de correction à deſirer aux expériences que nous venons de voir, il ne me reſte que d'en donner une récapitulation, & le réſultat.

	Centieme de lig.
EXPERIENCE I. Art. 21, 42, ſe réduit à La correction de l'Art. 54, n'y a pas lieu.	44055
EXPERIENCE II. Art. 27, 42, donne 44056 $\frac{2}{3}$; Art. 54, 44056 $\frac{2}{3}$ + 3 $\frac{1}{3}$ = ...	44060
EXPERIENCE III. Art. 32, 42 & 54 ...	44059
EXPERIENCE IV. Art. 33, elle n'eſt point comptée ici, par les raiſons expoſées dans les Remarques qui la ſuivent.	
EXPERIENCE V. Art. 37, évaluée en 1000mes, ſe réduit par l'Art. 41 à 44054 $\frac{1}{3}$, & par l'Art. 54, à	44057 $\frac{2}{3}$
EXPERIENCE VI. Art. 44, 54, environ.	44059 $\frac{2}{3}$
EXPERIENCE VII. Art. 45, 54, environ.	44054 $\frac{1}{3}$
EXPERIENCE VIII. } Art 47, ne ſont point miſes ici en ligne de compte par Art. 48.	
EXPERIENCE IX. }	
EXPERIENCE X. Art. 50, 54.....	44058 $\frac{1}{3}$
EXPERIENCE XI. Art. 50, 54.....	44055 $\frac{1}{3}$
EXPERIENCE XII. Art. 50, 54.....	44060 $\frac{1}{3}$
EXPERIENCE XIII. Art. 56.....	44050 $\frac{2}{3}$
EXPERIENCE XIV. Art. 58.....	44055
EXPERIENCE XV. Art. 59.....	44056
SOMME des 12 Expériences.....	528681 $\frac{2}{3}$

La-

Laquelle étant divisée par 12, nombre des Expériences, donne 44056 $\frac{3}{4} + \frac{2}{12 \times 15}$ pour chacune; ou, négligeant les fractions, 44057 centiemes de lignes pour la longueur du Pendule à secondes, à Paris; ce qui revient à 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$, & environ $\frac{7}{100} = \frac{1}{14\frac{3}{7}}$, qui, à cause de ce qui manque aux $\frac{7}{100}$, peut être mis à $\frac{1}{15}$ de ligne. Or $\frac{1}{2} + \frac{1}{15}$ valent $\frac{17}{30}$, ou environ $\frac{3}{5}$, qu'il faut ajouter à 8 lignes.

64. Tout ce que je puis donc recueillir de plus approchant du vrai dans la mesure du Pendule à secondes à Paris dans le vieux Louvre au second étage, c'est qu'il doit avoir 3 pieds 8 lign. $\frac{17}{30}$. La longueur déterminée par M. *Picard* est 8 lign. $\frac{1}{2}$ tout juste, ou $\frac{15}{30}$; celle de M. *Richer* $8\frac{1}{3}$ ou $8\frac{18}{30}$; la nôtre tient un milieu entre les deux, en approchant pourtant davantage de la mesure de M. *Richer*. Mais ce sera assez d'ordinaire pour la pratique, qu'on sache que la longueur du Pendule à secondes à Paris, est plutôt au-delà de 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$, ou plus exactement, de $8\frac{3}{5}$, qu'en-deçà; cette derniere expression n'étant au-dessous de la véritable $8\frac{17}{30}$, que d'environ $\frac{1}{100}$.

Effets de l'élévation du lieu.

65. Un terrein fort élevé, tel que seroit celui d'une montagne de 1000 toises, par exemple, ou même de 100 toises seulement, produiroit une différence sensible dans l'ob-

ſervation de la longueur du Pendule à ſecondes, comparée à celle qui ſeroit faite tout proche dans un lieu bas, ou ſur le bord de la mer. Car ſuppoſant, ce qui eſt communément reçu aujourd'hui, que la force accélératrice, ou l'intenſité de la peſanteur à différentes diſtances du centre, au deſſus de la ſurface de la terre, ſuit la raiſon inverſe des quarrés de ces diſtances, & que les longueurs du Pendule ſont en même raiſon que les intenſités de la peſanteur; ſoit le demi-diametre de la Terre, conformément aux meſures de M. *Picard*, de 3269297 toiſes, la hauteur donnée qu'il faut ajouter à ce demi-diametre 1000 toiſes, la longueur du Pendule au bord de la mer 8811 vingtiemes de ligne, & la longueur qu'on cherche L. On aura

$$\overline{3269297 + 1000}^{2} : 8811 :: \overline{3269297}^{2} . L.$$ D'où l'on tire $$L = \frac{\overline{3269297 \times 8811}^{2}}{\overline{3269297+1000}^{2}} = \frac{94174549395755499}{10694832568209},$$

$$= 8805\frac{654,\ \&c.}{1069,\ \&c.}$$ qu'on peut prendre pour 8805 $\frac{3}{7}$. Il s'en faudroit donc $5\frac{2}{7}$ vingtiemes, ou plus d'un quart de ligne que le Pendule à ſecondes ne fût auſſi long ſur une hauteur de 1000 toiſes, que ſur le bord de la mer; & cela, abſtraction faite du ſurcroît de force centrifuge que recevroit ce point de la ſurface de la terre, par les 1000 toiſes ajoutées à ſon rayon: ce qui ſeroit autant d'ôté à l'effet de la peſanteur. Si l'on applique le même calcul à 100 toiſes, on ne trouvera qu'environ

ron $\frac{1}{40}$ de ligne, ou la 10me partie de l'accourciſſement qui répond à 1000; & en général on verra que tous les accourciſſemens que peuvent fournir de pareils exemples, ſont ſenſiblement en raiſon directe des hauteurs, & cela à cauſe de la petite différence qui regne entre les quarrés de l'analogie. Les 45 à 46 toiſes qui font l'élévation de la grande ſalle de l'Obſervatoire au-deſſus du niveau de la mer, ne donneroient donc qu'environ $\frac{1}{10}$ de ligne; & l'élévation du ſecond étage du vieux Louvre, que je compte par le niveau de la Seine, & par quelques autres obſervations, de 10 à 12 toiſes au-deſſous de la grande ſalle de l'Obſervatoire, ne donneroit par-là que $\frac{1}{113}$. Il n'eſt pas inutile que les Obſervateurs ſoient avertis de cette ſource d'erreur: il ſeroit même à ſouhaiter que ceux qui ont été ſur de hautes Montagnes, ou dans des Mines profondes, dont ils avoient meſuré la hauteur, ou la profondeur, y euſſent pris auſſi la longueur du Pendule à ſecondes, ſoit immédiatement de la maniere que nous venons de le pratiquer, ſoit en y tranſportant un Pendule connu, invariable, & à verge de fer, dont les oſcillations au bas de la montagne fuſſent auſſi connues. Le P. *Feuillée*, par exemple, qui a été ſur le Pic de Tenerif, & qui en a déterminé la hauteur à 2213 toiſes, y auroit pu trouver le Pendule à ſecondes auſſi court que M. *Richer* l'avoit trouvé à Cayenne tout proche de l'Equateur, & confirmer par cette expérience la théorie des intenſités de la peſanteur que nous avons ſuppoſées: c'eſt peut-être le ſeul moyen de

les vérifier par observation immédiate, sur la surface de la Terre.

EXPERIENCES

Sur le centre d'oscillation de la Sphere & du Cylindre.

DE LA SPHERE.

66. La connoissance du centre d'oscillation de la Sphere nous a servi à déterminer avec plus de précision la longueur du Pendule à secondes; la longueur du Pendule connue, nous fournira à son tour à décider, par voye d'expérience, la question du centre d'oscillation de la Sphere, & de quelques autres corps, sur laquelle, comme nous avons vu, de savans Géometres se sont écartés de la doctrine de M. *Huygens*, & en même tems de la vérité.

67. J'ai suspendu la Sphere de crystal Σ, * (*Fig.* 9.) décrite ci-dessus (*Art.* 52.) à la pince *PZ*, par le moyen de 10 à 12 fils de soye assez fins *FTI*, que j'ai assemblés, & que j'ai fait passer par le trou *T*, par où on suspend cette boule au chandelier ou lustre dont elle avoit été tirée. Cette suspension par un fil redoublé, semblable à celle de l'expérience V, (*Art.* 37. *fig.* 4.) est la plus commode pour faire mouvoir surement une aussi grosse Sphere que celle ci, & si près de la pince, dans un seul plan, ou sur un axe de rotation.

Après

* Fig. 9.

Après avoir donné le tems aux ſoyes de prendre toute leur extenſion, la diſtance de la ſurface ſupérieure à la pince s'eſt trouvée de . . . . . 37 vingtiemes.
A quoi ajoutant le rayon de la Sphere 684
On a la ſomme & la diſtance abſolue du centre de gravité 721

Pour avoir maintenant la diſtance du centre d'oſcillation, ou la quantité KO, (*Fig.* 8.) qui doit être ajoutée à la diſtance précédente, il faut faire, ſelon M. *Huygens*, & comme il a été expliqué (*Art.* 54.) $\frac{2}{5} \times \frac{-2}{\frac{684}{684+37}} = \frac{2 \times 467856}{5 \times 721} = \frac{935712}{3605} = 259\ \frac{2017}{3605}$, environ $259\frac{1}{2}$, ou un pouce & une ligne ; & ſelon M. *Carré*, & ceux qui l'ont ſuivi, $\frac{1}{5} \times \frac{-2}{\frac{684}{684+37}} = 129\ \frac{2611}{3605}$, moitié de la précédente, & par conſéquent environ demi-pouce & demi-ligne.

La diſtance abſolue du centre d'oſcillation de la Sphere ainſi ſuſpendue (*Fig.* 9.) ou, ce qui revient au même, la longueur du Pendule ſimple, dont les vibrations lui ſeroient iſochrones, ſera donc,
dans le 1er cas $721 + 259\frac{1}{2} = \ldots\ldots 980\frac{1}{2}$,
& dans le ſecond $721 + 129\frac{3}{4} = \ldots\ldots 850\frac{3}{4}$.
La différence eſt de plus d'un demi-pouce ſur 4 pouces 1 ligne du total.

Voyons préſentement lequel des deux caſera juſtifié par l'expérience.

68. Comme un Pendule ſi court donne des vibrations fort promptes, & qu'il ſeroit preſque impoſſible de les compter de ſuite ſans s'y méprendre, je ne compte celles-ci que de deux en deux, par le retour de la Sphere vers le même côté, & je ne les compte ces doubles vibrations, que juſqu'à dix, à cauſe des monoſyllabes *un*, *deux*, *trois*, *quatre*, *cinq*, *ſix*, &c. & à chaque dixaine je donne un coup de crayon ſur une carte que je tiens à la main, juſqu'à ce que le mouvement du Pendule ſoit ſur ſa fin, & qu'une double vibration tombe juſte avec le battement d'une Pendule à demi-ſecondes, ou avec celui du timbre de la machine à ſecondes, dont j'ai fait mention (*art.* 4). Après quoi je vois combien il y a de dixaines marquées, qu'il faut multiplier par 20, & combien de doubles vibrations de plus, s'il y en a, qu'il faut multiplier par 2, & leur total me donne le nombre de vibrations ſimples qu'a battu le Pendule d'expérience pendant les minutes & les ſecondes, ou les demi-ſecondes comptées ſur l'Horloge qui fait le Pendule de comparaiſon.

69. Cela poſé, j'ai mis en mouvement la Sphere Σ. Elle a fait, vibrations ſimples ... 716
en 4 minutes complettes, ou en ..... 240''

Les quarrés de ces nombres étant 512656 & 57600, je dis, ſi 512656 quarré du nombre de vibrations du Pendule d'expérience, donne 8811 vingtiemes de ligne, longueur du Pendule de comparaiſon, que donnera 57600 quarré-

quarré des secondes, ou des vibrations de ce Pendule, & je trouve:

Analogie.

$$512626 : 7811 :: 57600 : 985\ \frac{347440}{512656},$$

qu'on peut prendre pour 986 vingtiemes de ligne, qui valent 4 pouces 1 ligne & $\frac{6}{20}$, pour la distance du centre d'oscillation de la Sphere z, ou pour le Pendule simple qui lui feroit isochrone.

70. Or, ce Pendule ne differe de celui que donne le premier cas, & la théorie que nous avons adoptée, que d'environ $\frac{6}{20}$ de ligne, dont il est plus long, tandis qu'il surpasse de demi-pouce & plus d'une ligne, la quantité qui résulte du second cas, & de la théorie que nous avons rejettée. Et l'on voit bien que les $\frac{6}{20}$ de ligne de différence doivent venir de quelque erreur inévitable, soit dans la mesure des longueurs, soit dans le compte des oscillations où il y aura eu quelque fraction de plus ou de moins, & dont on n'a pu avoir qu'un petit nombre, à cause de la prompte cessation du mouvement d'un Pendule si court. Il y a lieu au contraire de s'étonner que l'opération ait pu être d'une si grande justesse; car elle a dû donner en effet quelque chose de plus que la Formule, par la défectuosité de la matiere en *T*, équivalente à un excès en *E*, qui doit (*Art.* 29.) allonger le Pendule, ou la distance du centre d'oscillation. Aussi en ai-je fait quelques autres expériences qui se sont un peu moins approchées du vrai, quoiqu'aucune ne s'en soit jamais

mais écartée de la valeur d'une ligne. Mais la différence de 7 lignes que donne le ſecond cas, & la Formule $\frac{1 \times \overline{AK}^2}{5 \times PK}$, au lieu de $\frac{2 \times \overline{AK}^2}{5 \times PK}$, comme il eſt appliqué (*Art.* 54. 55.) eſt telle, qu'il eſt impoſſible qu'elle réſulte de l'imperfection des inſtrumens, ou de l'erreur de l'opération, dans une expérience médiocrement bien faite. Or, c'eſt-là tout ce qu'on peut ſe flater d'obtenir des expériences ſur pareilles matieres: jamais des déterminations fixes & préciſes, une telle juſteſſe n'appartient qu'à la ſpéculation & au calcul; mais elles doivent donner en pluſieurs rencontres, & celle-ci eſt du nombre, l'excluſion parfaite & non douteuſe de toute détermination qui ſuit d'un mauvais principe.

DU CYLINDRE.

71. Entre pluſieurs expériences que j'ai faites avec des Cylindres de différente longueur par rapport à leurs baſes, avec le cône, & avec un conoïde parabolique, je ne rapporterai que celle-ci, comme la plus ſimple dans l'exécution, la plus exacte, & la plus déciſive.

J'ai fait faire un Cylindre de bois d'orme * $AIDR$, dont le diametre de la baſe AR, égal à ſa hauteur $AI = KX$, étoit de 5 pouces 2 lignes, & $\frac{1}{2}$, ou de 1244 vingtiemes de ligne. La moitié AK ou KR, ou le

* Fig. 10.

le rayon de la base étoit donc de 622. Il pesoit au sortir du tour & lorsque j'en fis des expériences, 7 marcs 1 once & 1 gros.

Ayant creusé un peu le centre K de la base supérieure BZ, j'y enfonçai un piton ou fiche pointue en forme de clou, ou plutôt de vis, dont la tête verticalement platte, & percée en anneau, rasoit de telle maniere le plan de cette base, qu'ayant passé un fil d'archal bien poli & de la grosseur d'une petite épingle, dans cet anneau, & ayant suspendu par-là le Cylindre, il pouvoit faire exactement ses oscillations sur le centre K, & sur un des diametres de la base, par exemple, sur AR, comme axe de rotation.

72. Ce Cylindre ayant été mis en mouvement, j'ai compté par la méthode expliquée ci-dessus, (*Art.* 68.) 462 oscillations simples, sur 155″, ou en 2′ 35″ comptées sur la Pendule. Ce qui donne $462^2 = 213444$, $155^2 = 24025$, dont on tire l'analogie suivante, en supposant la longueur du Pendule à secondes de 8811 vingtiemes de ligne, $213444 : 24025 :: 8811 : 991\ \frac{161271}{213444}$, ou environ 992 vingtiemes, pour la distance du centre de percussion du Cylindre KID.

73. Selon M. *Huygens*, ce centre, dans un Cylindre qui se meut, comme celui-ci, sur un diametre AR de sa base supérieure, est éloigné de cet axe de balancement des $\frac{2}{3}$ de sa hauteur, plus une quantité dont la moitié est au rayon de la base, comme le rayon de la base est à la hauteur, ou, si l'on veut, nom-

nommant Δ toute cette distance, $\Delta = \frac{2}{3} KX + \frac{\overline{KR}^2}{2KX}$.

Mais $KX = 1244$, $KR = 622$, & $\overline{KR}^2 = 386884$. Donc on aura $\Delta = \frac{2}{3} \times 1254 + \frac{386884}{2 \times 1244} = 829\frac{1}{3} + 155\frac{1}{2} = 984\frac{5}{6}$ ou 985, qui ne differe de la distance trouvée par l'expérience, que de $\frac{7}{20}$, ou un peu plus de $\frac{1}{3}$ de ligne: tandis que la distance du centre de percussion donnée par M. *Carré*, & par ceux qui l'ont suivi, n'est que $\frac{2}{3} KX = 829\frac{1}{3}$, moindre que la précédente de toute la quantité $\frac{\overline{KR}^2}{2KX} = 155\frac{1}{2}$ vingtiemes, qui font plus de 7 lignes $\frac{3}{4}$: ce qui differe du réſultat de l'expérience de plus de 8 lignes, & qui, dans un Cylindre de 10 lignes de hauteur, ſur une baſe de même diametre, dont on ſe ſeroit ſervi pour trouver la longueur du Pendule à ſecondes, produiroit une erreur ſenſible, & plus conſidérable que celle de la Sphere d'un pouce de diametre, à-peu près en raiſon de 3 à 2.

REMARQUES.

74. 1°. Soit imaginé le Cylindre KID, tout réuni à ſon axe KX, & réduit à une ligne peſante. Il eſt évident (*Art.* 40.) & l'on en convient, que la diſtance du centre de percuſſion de cette ligne, ou d'un Cylindre dont la baſe eſt infiniment petite, ſuſpendu

pendu & balancé en K, ſera aux $\frac{4}{5}$ de ſa longueur.

2°. Soit le Cylindre KID, réduit à ſa baſe BZ, ou d'une hauteur infiniment petite. Il n'eſt pas moins évident, & l'on n'en ſauroit diſconvenir, pour peu qu'on y veuille réfléchir, que le centre d'oſcillation d'un tel Cylindre ſera à une diſtance infinie de ſa baſe, ou de ſon centre, K, par où on le ſuppoſe ſuſpendu & balancé: car c'eſt le cas de l'équilibre perpétuel, puiſqu'en quelque ſens que l'on poſe, ou que l'on eſſaye de balancer la baſe ou cercle BZ ſur ſon propre centre, qui devient le centre de gravité d'un tel Cylindre, & ſur un de ſes diametres quelconques AK, il en réſultera ſans ceſſe le repos. Or, on peut comparer le repos à des oſcillations d'une durée & d'une lenteur infinies. Donc la longueur du Pendule auquel elles répondent, ou, ce qui eſt la même choſe, la diſtance du centre d'oſcillation ſera infinie.

Je dis préſentement; dans le Cylindre KID, de baſe, & de hauteur finies, la diſtance du centre d'oſcillation ou de percuſſion, ne tiendra-t-elle pas un milieu entre l'infini & les $\frac{4}{5}$ de ſa hauteur? & ce milieu ne devra-t-il pas toujours être déterminé par le diametre de la baſe, ou affecté de quelqu'une de ſes fonctions?

J'avoue que cette conſidération me paroît ſi ſimple, que je ne comprends pas comment les Géometres qui ont voulu déterminer le centre de percuſſion du Cylindre, même avant M. *Huygens*, & avant l'invention des nouveaux calculs, ont pu s'y méprendre au point d'en

d'en faire toujours indiſtinctement la diſtance égale aux $\frac{2}{3}$ de ſa hauteur ; & il me ſemble que ceux qui étoient privés de ces ſecours, ſe trouvant par-là plus obligés à penſer aux circonſtances du Problême, & à le réſoudre de tête, n'en devoient être que plus à couvert de l'erreur dont il s'agit. Sans compter, ce qui eſt digne de remarque, que le grand *Deſcartes* avoit longtems auparavant ouvert la carriere ſur le centre de percuſſion des ſolides, qu'il avoit parfaitement diſtingué les deux ſortes d'oſcillations d'un plan, l'une ſur un axe parallele à ce plan, l'autre ſur un axe qui lui eſt perpendiculaire, & qu'il avoit jetté ſur toute cette matiere les fondemens d'une théorie très ſublime. *V. ſes Lettres* 85, 86, *& ſuiv. Tom.* 3.

75. Voici encore quelques propriétés du Cylindre à cet égard, qui m'ont paru curieuſes, & que l'on découvrira aiſément du point de vue où nous venons de mettre cette matiere, ſans qu'il ſoit néceſſaire que j'en donne les démonſtrations.

1°. Puiſque le Cylindre réduit à ſa baſe BZ, ou infiniment court, a ſon centre de percuſſion infiniment loin, la baſe demeurant toujours la même ; ſi l'on imagine le Cylindre continuellement croiſſant en longueur, la diſtance de ſon centre de percuſſion diminuera continuellement juſqu'à un certain point, où elle commencera de croître avec la hauteur ou longueur du Cylindre.

2°. Le centre de percuſſion ainſi conſidéré, eſt donc toujours au deſſous & hors du Cylindre juſqu'à ce point de ſon allongement

où

où il eſt ſur ſa baſe inférieure; après quoi il ne ſort plus du Cylindre. C'eſt-à-dire, que pendant l'accroiſſement de hauteur du Cylindre depuis o, ſa baſe inférieure s'éloignant continuellement de la ſupérieure, à meſure que le centre de percuſſion s'en approche, il y a néceſſairement un point, & un inſtant où la baſe inférieure, & le centre de percuſſion ſe confondent, & ſe trouvent à même diſtance ſur l'axe; & qu'après cet inſtant le centre de percuſſion s'éloigne continuellement des deux baſes du Cylindre, ſavoir, de la ſupérieure en deſcendant, & de l'inférieure en montant par rapport à elle, ou en deſcendant moins, juſqu'à ce qu'il arrive aux $\frac{2}{3}$ de leur diſtance commune, ou à $\frac{2}{3}$ de la ſupérieure, & $\frac{1}{3}$ de l'inférieure; ce qui eſt le cas de la longueur infinie.

3°. Soit le rayon de la baſe $KR = 1000$. Le Cylindre KFQ, dont le centre de percuſſion eſt ſur la baſe inférieure FQ, à une diſtance égale à ſa hauteur QR, aura pour hauteur la racine des $\frac{1}{2}$ du quarré du rayon de ſa baſe, ou $QR = \sqrt{\frac{1}{2}} KR = \sqrt{\frac{1}{2}\,1000000}$, qui vaut environ $1224\,\frac{7+}{10}$.

4°. Le Cylindre KEP, dont le centre de percuſſion eſt à *la moindre* diſtance de ſa baſe BZ, a pour hauteur, la racine des $\frac{1}{4}$ du quarré du rayon de ſa baſe; ainſi $PR = \sqrt{\frac{1}{4}\overline{KR}^2} =$ (en ſuppoſant toujours $KR = 1000$) $\sqrt{\frac{1}{4}1000000} = 866\,\frac{2+}{100}$. Et par conſéquent cette hauteur

teur eſt à celle du Cylindre KFQ, dont le centre de percuſſion ſe confond avec la baſe inférieure, comme $\sqrt{\frac{1}{4}}$ à $\sqrt{\frac{1}{2}}$, ou comme $\sqrt{1}$ eſt à $\sqrt{2}$, ou en raiſon du côté du quarré à ſa diagonale.

5°. La diſtance du centre de percuſſion du Cylindre précédent, où le *minimum* des diſtances des centres de percuſſion de tous les Cylindres poſſibles ſur la baſe BZ, eſt $1154\frac{2}{3}$, & tel, que les $\frac{2}{3}$ de ſa hauteur ſont égaux au quarré du rayon de ſa baſe, diviſé par le double de la hauteur: ainſi $\frac{2}{3}PR = \frac{\overline{KR}^2}{2\times PR} = 577\frac{1}{3} = \frac{1154\frac{2}{3}}{2}$.

6°. La *Courbe des centres de percuſſion du Cylindre*, telle, par exemple, que VMV, dont les abſciſſes RP, RQ, RD, &c. priſes ſur un axe RD, donnent les hauteurs des Cylindres AP, AQ, AD, &c. faits ſur la même baſe BZ, & dont les ordonnées PM, QN, DO, GV, &c. donnent les diſtances correſpondantes de leurs centres de percuſſion, eſt une hyperbole entre les aſymptotes RS, RT, dont l'angle compris TRS, vaut environ 56 degrés $\frac{1}{3}$, & dont l'une, RS, paſſe par le plan de la baſe de ſuſpenſion, ou ſe confond avec l'axe de rotation AR, ſur lequel on imagine que ſe font les oſcillations.

On voit bien, ſans que je le diſe, que ce que nous venons de remarquer ici ſur le Cylindre, aura lieu, toutes proportions & limitations gardées, pour les Cones, pour les Conoïdes, & même pour les ſegmens de Sphere

Sphere, & de Sphéroïde, ſuſpendus par leur ſommet, ou par leur baſe; cette baſe étant ſuppoſée conſtante, & leur hauteur variable.

Sur l'extenſion des Métaux par la chaleur.

76. La connexion de cette recherche avec celle des longueurs du Pendule à ſecondes en différens Pays, m'a engagé à faire là-deſſus quelques expériences, en même tems que celles dont je viens de rendre compte dans ce Mémoire. Je me ſuis attaché principalement aux effets de la chaleur du Soleil ſur le fer, & ſur le cuivre jaune, en portant de longues verges de ces métaux, d'un lieu clos, tempéré, ou froid, au grand Soleil, en les laiſſant expoſées pendant pluſieurs heures à ſes rayons, & en prenant après cela leur allongement par le moyen du compas à verge dont il a été parlé (*Art.* 5.), & à l'une des couliſſes duquel j'ai fait adapter un Micrometre. Le plus ſouvent c'eſt le compas à verge lui-même que je mettois au Soleil, après avoir fixé ſes deux pointes à la diſtance de 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$, & je voyois enſuite ſur ma toiſe, & en faiſant tourner l'index du Micrometre, de combien la chaleur du Soleil, meſurée par le Thermometre, les avoit écartées, & avoit augmenté cette diſtance. Car la chaleur du Soleil m'a paru avoir plus de proportion qu'aucune autre avec la différente température des divers climats de la Terre. J'ai eſſayé auſſi de la chaleur de l'eau bouillante, en y plongeant, dans une grande chaudiere, du fer de différente ſorte, du cuivre

cuivre jaune, & du cuivre rouge, & quelques autres ſubſtances, telles que du cryſtal d'Angleterre, de la matiere dont on fait les glaces de France, &c. & j'ai fait cette expérience chez M. *du Fay*, qui a bien voulu me fournir tout l'attirail qu'elle exige, & m'y aider de ſes lumieres. Mais outre que ce détail nous meneroit ici trop loin, j'avoue que tout cela n'eſt pas encore aſſez en ordre, & n'a point été aſſez remanié, pour mériter d'être donné à l'Académie. Il me ſuffira de dire que 15 ou 20 degrés de chaleur de plus, où le Soleil faiſoit monter le Thermometre (c'eſt toujours celui de M. de *Reaumur*), par rapport au lieu clos où il étoit auparavant, ont toujours fait allonger ſenſiblement la verge de fer qui étoit expoſée à ſes rayons, par exemple, d'un 30me, ou d'un 22me de ligne ſur 3 pieds 8 lignes & ½ de longueur: ce qui montre aſſez combien les expériences de la longueur du Pendule à ſecondes, ou leurs réſultats, ſont dépendans du lieu, & des ſaiſons où elles ſont faites, & combien il eſt néceſſaire d'y ſpécifier ces circonſtances. Le cuivre jaune s'eſt conſtamment plus dilaté au Soleil que le fer, mais il ne s'eſt étendu que de la même quantité à l'eau bouillante. Du reſte, cette extenſion cauſée par l'eau bouillante, ſur 3 pieds 8 lignes & ½ de longueur, dans le mois de Juillet, & le Thermometre étant à 22 degrés au-deſſus de la congélation, ne va guere qu'à ⅓ de ligne.

ECLAIR-

ECLAIRCISSEMENT

Sur un Article du Mémoire précédent, touchant la longueur du Pendule, &c. *

DEs perſonnes intelligentes dans l'Académie ayant trouvé que je ne m'étois pas aſſez expliqué ſur la Formule que j'ai donnée (*Art.* 40. *Fig.* 5.) pour déterminer le centre d'oſcillation d'un Pendule dont le poids eſt ſuppoſé à l'extrémité d'une ligne peſante, & que la ſolution d'un Problême *ſi délicat* méritoit d'être mieux dévelopée, je me ſuis rendu à leur avis, & j'ai cru devoir là-deſſus un éclairciſſement au lecteur.

(1.) Toute la difficulté ſe réduit, ſi je ne me trompe, à bien concevoir l'application de la théorie citée de M. *Bernoulli*, à la queſtion préſente ; & comment il s'enſuit de cette théorie que le poids du fil conſidéré en T, aux $\frac{2}{3}$ de la ligne SP, devient $\frac{1}{2}SP$. Car après cela, il n'y a plus, ce me ſemble, de raiſon de douter que la Formule $\frac{\frac{1}{2}SP \times \frac{1}{2}SP}{\frac{1}{2}SP + P \times SP} = \frac{\frac{1}{2}SP}{P + \frac{1}{2}}$, ne ſoit exacte, & ne ſuive des principes poſés. On pouvoit ſans doute s'en convaincre par d'autres voyes, & réſoudre le Problême par le calcul différentiel & intégral : mais il n'eſt queſtion préſentement que de la route que j'ai indiquée dans mon Mémoire,

* 17 Décemb. 1735.

moire, & qui m'a paru, & me paroît toujours très propre à éclairer l'esprit sur ce sujet.

(2.) Soit d'abord imaginée la ligne SP sans pesanteur, mais chargée successivement d'un, deux, trois, quatre, &c. poids, A, B, E, D, &c. en tel nombre qu'on voudra, égaux entre eux, & à distances égales l'un de l'autre, $SA = AB = BE$, &c.

(3.) Par la Formule connue de M. *Huygens*, dont il est bon de voir l'analogie avec la méthode que j'ai adoptée, le centre d'oscillation de ce Pendule composé, sa distance du point S autour duquel on suppose qu'il se meut, ou la longueur du Pendule simple dont les oscillations lui seroient isochrones, est $\frac{A\times\overline{SA}^2 + B\times\overline{SB}^2 + E\times\overline{SE}^2 + \&c.}{A\times SA + B\times SB + E\times SE + \&c.}$

savoir, pour un seul poids A $\frac{A\times\overline{SA}^2}{A\times SA}$,

pour deux, A, & B, $\frac{A\times\overline{SA}^2 + B\times\overline{SB}^2}{A\times SA + B\times SB}$,

&c. Mais par la supposition des intervalles, & des poids égaux, chacune de ces quantités pouvant être conçue $= 1$, cette Formule se réduira à celle-ci $\frac{1^2 + 2^2 + 3^2, \&c.}{1 + 2 + 3, \&c.} = \frac{1 + 4 + 9, \&c.}{1 + 2 + 3, \&c.}$. Si l'on

l'on ſuppoſe donc un ſeul poids en A, on aura $\frac{1}{1}=1$, qui donne $SI=SA$, & le centre d'oſcillation en A même; ſi l'on en ſuppoſe deux, A, & B, ce ſera $\frac{1+4}{1+2}=1+\frac{2}{3}$, qui donne SK; & ainſi de ſuite, $2+\frac{1}{3}=SL$, $3=SM$, qui ſe confond avec le point E, &c.

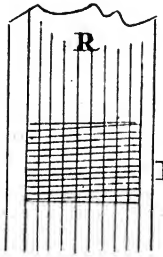
(4.) La méthode de M. *Bernoulli*, ſi lumineuſe, & ſi générale, qu'elle embraſſe toutes les hypotheſes d'une peſanteur ou force *imaginaire* quelconque, & tous les cas des poids ſur un même plan, ſur la ligne du Pendule, ou hors de cette ligne, ſe réduit dans le cas limité de mon Mémoire, & comme je l'ai dit en ſon lieu, à chercher le centre d'oſcillation du Pendule compoſé, par le centre de gravité commun des *momens* de chacun des poids, c'eſt-à-dire, de leurs maſſes multipliées par leurs diſtances au point de ſuſpenſion; leſquels momens il faut traiter dans cette occaſion, comme les poids mêmes, dans les queſtions ordinaires du centre de gravité commun de deux ou de pluſieurs poids. Du reſte, l'on ſait que la règle pour avoir le centre de gravité commun entre deux poids, par rapport à celui des deux qu'on voudra regarder comme le terme de la diſtance à ce centre, eſt de multiplier l'autre par la diſtance commune, & de diviſer ce produit par la ſomme des deux.

(5.) On aura donc par-là, comme on va voir, les mêmes déterminations que donne la méthode ou la Formule de M. *Huygens*, excepté ſeulement qu'au-lieu que celle-ci indique le centre d'oſcillation par ſa diſtance au

point de ſuſpenſion, l'autre le donnera par le complément & par les quantités $Al\ (=o)$ $BK, EL, DM(=DE)$ &c. dont les poids ſupérieurs o, A, B, E, &c. hauſſent ce centre par rapport à l'inférieur qui eſt le dernier dans le cas poſé. Ainſi pour un ſeul poids en A, on trouvera $\frac{o \times 1}{o+1} = \frac{o}{1} = o$; pour deux, $\frac{o+1 \times 1}{1+2} = \frac{1}{3} = BK$; pour trois $\frac{1+2 \times 1+\frac{1}{3}}{3+3} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} = EL$; pour quatre $\frac{3+3 \times 1+\frac{2}{3}}{6+4} = \frac{10}{10} = 1 = DM = DE$, &c. & ainſi de ſuite juſqu'en P, & au-delà, ſi l'on veut prolonger la ligne SP.

(6.) Où l'on peut remarquer que le numérateur de chacune de ces fractions eſt toujours le produit de la ſomme des momens du nombre des poids ſuppoſés, moins le dernier, par la diſtance du dernier au centre d'oscillation des précédens; & leur dénominateur, cette ſomme, plus le moment du dernier.

(7.) Cela poſé, ſoit $n = \infty$, & imaginons la ligne SP, depuis ſon point de ſuſpenſion S, juſqu'à ſon extrémité P, chargée d'une infinité de ces petits poids égaux, à diſtances égales & infiniment petites l'un de l'autre. Il eſt clair que chacune de ces diſtances ſera $\frac{1}{n}$ SP, & que les momens qui en réſultent par la diſtance de chacun des poids au point S, ſe-


R
N

S

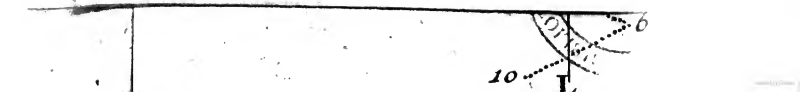

6
10

Fig. 10.

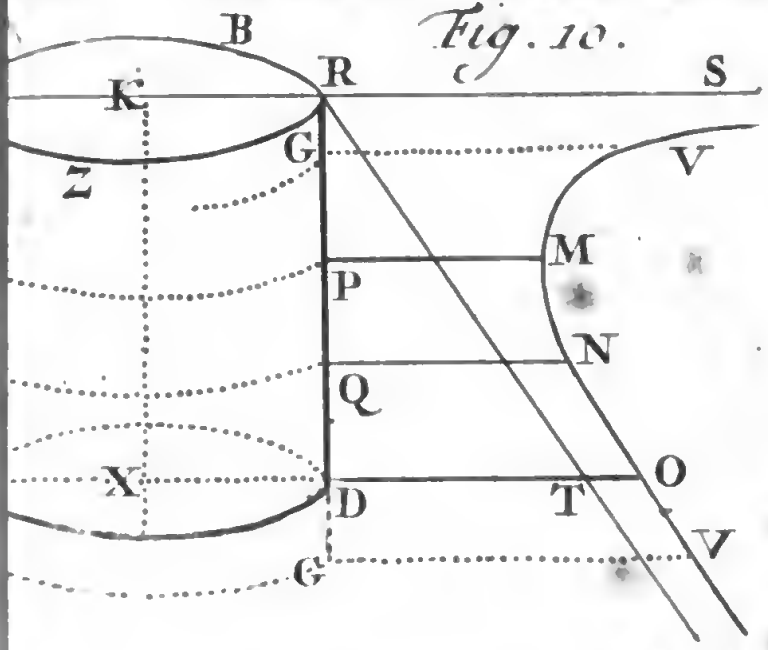


Fig. 9.

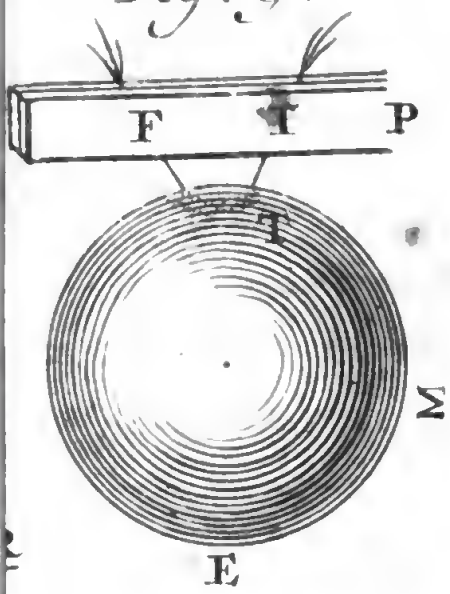
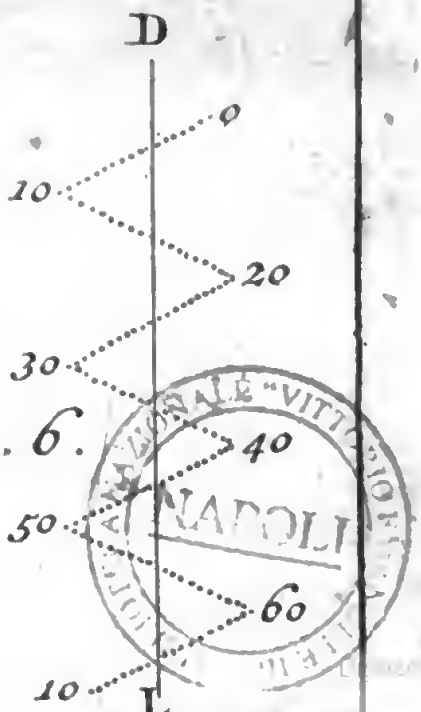


Fig. 6.



NAPOLI

ANALYSE CHIMIQUE DU ZINC.

SECOND MEMOIRE.

Par M. HELLOT.*

DANS le premier Mémoire que j'ai lu à la Compagnie, j'ai détaillé le plus exactement qu'il m'a été poſſible, les différences que j'ai remarquées dans les diſſolutions du Zinc par tous les acides. On a vu quels ont été les réſultats de ces diſſolutions : cette premiere partie du travail que je me ſuis propoſé, eſt preſque conſommée.

La ſeconde partie concerne le mêlange de ce minéral avec les métaux, tant par la voye humide que par le feu ; comme ſes effets ſur l'Or ont quelque choſe d'aſſez ſingulier, c'eſt le détail de ces effets qui eſt l'objet de ce Mémoire. Je n'y rapporte que des faits, parce que toute théorie réſultante des premiers examens d'une matiere auſſi peu connue que le Zinc, ſeroit expoſée à trop de diſcuſſions.

Lorſque je lus le premier Mémoire, je citai le Livre des *Rares Expériences ſur l'Eſprit minéral*, & je dis que Reſpour qui en eſt l'Auteur, prétendoit obtenir, à l'aide du Zinc, le menſtrue univerſel des corps métalliques. Une telle promeſſe demandoit qu'on vérifiât ſon

* 16 Juillet 1735.

ſon procédé, & qu'en travaillant ſur ce mineral, on fît connoitre en même tems ce qu'on pouvoit eſpérer de ce prétendu Alkaeſt, afin de détromper, s'il eſt poſſible, ceux qui ont tant de confiance à toutes les promeſſes de cet Auteur, & de profiter de celles qui ont quelque réalité. Car je ne crois pas qu'il ſoit utile au progrès de la Chimie, de mépriſer les écrits de ces Alchimiſtes, juſqu'au point de ne les pas lire. Ce ſont, à la vérité, les Romans de la Chimie: mais comme l'Hiſtoire doit à nos anciens Romans des faits hiſtoriques qui auroient été perdus peut-être ſans leur ſecours, il en pourroit être de même de ces Livres mépriſés.

Les collections de pluſieurs de ces Traités qu'on a publiées ſous différens titres, ſont des Recueils qu'il eſt bon de conſulter quelquefois: car nous voyons ſouvent préſenter au public comme une nouveauté, des productions de l'art qui étonnent, des remedes qui s'acquiérent un crédit brillant, du moins pour un tems, parce que ceux qui les mettent au jour, ont grand ſoin d'en cacher la ſource, & que ceux qui devroient être les juges du mérite de la découverte, ou ne ſont pas conſultés, ou manquent de cette érudition chimique qui ſerviroit à confondre ceux qui en impoſent au public.

Je crois donc qu'il ſeroit très avantageux de vérifier certains procédés ſinguliers de ces Auteurs; mais afin que le choix en fût facile, il faudroit les raſſembler dans un ordre qui fût commode, tel que celui de nos Dictionnaires. Un répertoire de cette eſpece ſervi-

roit

roit en même tems à détruire plus que tout autre moyen, le Charlataniſme des gens à ſecrets; & le public qui court aux nouveautés, mépriſeroit bien vîte ce qu'on lui démontreroit n'être pas nouveau, parce qu'il ne l'eſtimoit auparavant que comme tel.

Quant à l'Alkaeſt de Reſpour (ce diſſolvant qui doit réduire tous les métaux en leur premiere matiere), ce n'eſt autre choſe que le Nitre fixé par les fleurs de Zinc; en ſimplifiant le procédé de l'Auteur, l'opération ſe fait ainſi.

On broye & tamiſe enſemble une partie de fleur de Zinc avec deux parties de Nitre bien pur & bien ſec. On met le tout dans un creuſet, autour duquel on arrange quelques charbons allumés pour deſſecher plus exactement le mêlange. Enſuite on couvre le creuſet afin d'empêcher que quelque charbon tombant dedans, ne faſſe fulminer le Nitre, & on augmente le feu pour faire fondre ce Sel. On le tient en fonte bouillante & dans un feu de roue juſqu'à ce que le creuſet paroiſſe commencer à ſe vitrifier; alors on le retire du feu.

J'ai fait cette opération avec une livre & demie de mêlange, ſelon les doſes de l'Auteur, & le culot ſalin que j'en ai retiré encore un peu chaud, ne peſoit que 13 onces: ainſi tant en flegme évaporé qu'en parties ſalines imbibées dans la terre poreuſe du creuſet, il s'eſt perdu le poids de 11 onces.

Ce culot ſalin étoit enduit tout autour d'une pellicule verte qui ſe levoit par écailles. A la partie ſupérieure du culot il y avoit une

couche d'une matiere compacte & comme émaillée d'un jaune citron. J'ai caſſé cette maſſe & je l'ai trouvée pourpre dans l'intérieur. C'eſt l'indice marqué par l'Auteur pour la réuſſite de l'opération, laquelle n'a rien de ſingulier que la couleur pourpre ou tirant ſur le pourpre, que le Nitre prend dans cette calcination. J'ai ſéparé cette maſſe en deux portions égales; j'ai mis l'une dans une capſule ſur la fenêtre, & quoique le tems fût ſec & de gelée, cette portion s'y eſt miſe en deliquium; premiere preuve que le Nitre étoit bien alkaliſé, quoiqu'il n'eût pas fulminé. Ce deliquium étant filtré, m'a donné une liqueur jaune qui avec le tems a pris une couleur plus foncée, & tirant ſur le rouge, & les fleurs de Zinc ſont reſtées ſur le filtre.

Sur l'autre portion de la maſſe ſaline, j'ai verſé du Vinaigre diſtillé, qui s'eſt teint ſur ſur le champ en un beau rouge. Je l'ai ſurvuidé au bout de 30 heures de digeſtion, pour en remettre d'autre, & ces 6 onces & demie de maſſe ſaline ont fourni de la teinture à 48 onces de Vinaigre. J'ai diſtillé lentement ce Vinaigre preſqu'à ſec: il m'eſt reſté une matiere gommeuſe qui s'eſt miſe très vîte en deliquium. Je l'ai filtrée, & j'ai eu 6 onces & demie d'une liqueur rouge, obſcure, très acre, & très cauſtique. C'eſt-là l'*Alkaeſt de Reſpour*, je la nommerai ainſi dorénavant.

Il paroît donc par cette opération que le Nitre s'alkaliſe avec les fleurs du Zinc ſans fulminer ſenſiblement, & ſeulement par la violence du feu. Pendant cette calcination qui dure près de 12 heures, le contact immédiat

diat des parties du Nitre étant interrompu par l'interpoſition des parties du Zinc, les particules du feu s'y inſinuent plus aiſément, & l'alkaliſation du Sel s'opere auſſi bien que ſi on eût employé la poudre du Charbon de bois pour faire fulminer le Nitre. Peut-être auſſi qu'un reſte de principe huileux, uni encore aux fleurs de Zinc, contribue à la cauſticité de ce Sel; du moins c'eſt à ce reſte de principe huileux qu'on doit attribuer la couleur preſque rouge que prend le deliquium de ce Nitre fixé par les fleurs de Zinc; puiſque celui qui a été fixé par le Charbon, à la maniere ordinaire, ne donne à ſon deliquium qu'une teinte jaunâtre, foible, ou couleur de paille.

Je crus qu'en fixant le Nitre par le Zinc employé ſous ſa forme métallique, il ſe chargeroit d'une bien plus grande quantité de ce principe huileux. Pour m'en aſſurer, je mis 6 onces de Nitre en fonte dans un creuſet, j'y jettai un petit morceau de Zinc qui tomba d'abord au fond; peu de tems après il remonta à la ſurface, & s'y ſoutint. Il augmenta tellement de volume, que ce morceau qui, lorſque je le jettai dans le creuſet, étoit gros au plus comme un grain de bled, devint de la groſſeur d'une petite noix. Je le pris avec une pince, il reſta mou tant qu'il fut chaud, & redevint dur & caſſant en refroidiſſant. Il étoit dans ſa caſſure réduit en petits grains ſans facettes, ſans aucun brillant, & ſes interſtices étoient remplis du Nitre qui s'étoit inſinué dans ſes pores élargis. Je le rejettai ſur le Nitre en fuſion, où il con-

tinua de ſurnager, juſqu'à ce que ce Sel liquéfié fût rouge de feu; alors il ſe précipita dedans, & auſſi-tôt qu'il eut atteint le fond du creuſet, il y fulmina avec exploſion, parce que la flamme du Zinc avoit à traverſer une colomne de liquide de plus de 3 pouces de haut. Après cette fulmination finie, je jettai d'autres petits morceaux de Zinc, qui fulminerent comme le premier, mais ſans remonter à la ſurface, parce que la grande chaleur du fond du creuſet ne leur donnoit pas le tems de ſe tuméfier & d'augmenter de volume. Je continuai d'en faire tomber dans le Nitre liquéfié, juſqu'à ce que ce Sel s'étant épaiſſi par l'addition du Zinc qui en fulminant ſe convertiſſoit en fleurs, le nouveau Zinc que j'ajoutois, ne pouvoit plus s'enfoncer, & reſtoit à la ſurface preſque ſans aucun changement. Le deſſus de la matiere paroiſſoit verdâtre, & il en ſortoit des vapeurs nitreuſes que je n'avois pas apperçues en calcinant le Nitre avec les fleurs de Zinc.

Je retirai le creuſet du feu, croyant que le Nitre étoit fixé. La matiere ſaline qui, chaude, étoit verdâtre, à ſa ſurface, prit en ſe refroidiſſant, une couleur cendrée, & je n'eus point la couleur pourpre. Je l'expoſai à l'air humide, mais elle ne s'y humecta pas, comme celle de l'opération par les fleurs de Zinc, ce qui m'obligea de la diſſoudre dans de l'eau chaude. Après avoir filtré cette ſolution pour en ſéparer les fleurs de Zinc, & concentré la liqueur ſaline par l'évaporation, il s'y forma des cryſtaux parfaitement nitreux. J'examinai la liqueur décantée de deſſus ces cryſtaux,

taux, mais elle ne donna aucune des marques ordinaires d'Alkali fixe; au contraire elle précipita, quoiqu'avec lenteur, la ſolution du ſublimé corroſif en blanc, ce qui a été reconnu juſqu'à préſent comme un indice d'Alkali volatil. Mais il eſt bon de faire obſerver que cet indice d'Alkali volatil eſt dans le cas préſent, un indice trompeur: car ayant répété l'expérience pour avoir une plus grande quantite de ce précipité blanc, je l'ai lavé, ſeché & mis ſur une plaque de cuivre rougie au feu, où il a reſté fixe ſans fumer. Je l'ai placé enſuite au Microſcope, & j'ai reconnu que c'étoit des fleurs de Zinc d'une fineſſe extrême, qui avoient été retenues par le Nitre, quoique la ſolution de ce Sel eût été filtrée: l'acide du Sel marin de la ſolution du Sublimé corroſif a précipité ces fleurs diſſoutes peut-être par une petite portion de Nitre alkaliſé, ſans que le mercure de cette ſolution ſe ſoit précipité lui-même, n'y ayant pas dans la ſolution du Nitre aſſez d'Alkali pour ſéparer ce métal de ſon diſſolvant.

Je viens de dire qu'il pouvoit y avoir dans cette liqueur ou ſolution de Nitre une portion de Zinc diſſoute par une petite portion de Nitre alkaliſée; mais je ne l'ai point dit au hazard, car ce minéral que tous les acides diſſolvent, eſt diſſout auſſi par les Alkalis fixes & volatils, à la vérité avec une lenteur extrême, lorſque ces Alkalis ſont en liqueur. Je ferai voir quelque jour de ces diſſolutions par les Alkalis.

J'étois tenté de conclurre de la mauvaiſe réuſſite de mon opération par le Zinc employé

ployé ſous ſa forme métallique, que par ſon moyen on ne pouvoit pas fixer le Nitre, comme par l'intermede des fleurs de Zinc: mais une perſonne de cette Compagnie que j'ai conſultée, m'a fait des objections qui m'ont fait répéter l'opération. J'ai procédé comme la premiere fois, & ſur 3 onces de Nitre, j'ai fait tomber peu à peu une once & demie de Zinc rompu en petits morceaux; au-lieu de retirer le creuſet du feu lorſque les vapeurs nitreuſes ont commencé à ſe faire ſentir, je l'ai tenu dans un feu de roue pendant 10 heures; la maſſe ſaline retirée du creuſet avoit perdu près de la moitié de ſon poids, parce que la terre de ce creuſet étoit fort poreuſe. J'ai verſé ſur les morceaux concaſſés du creuſet, de l'eau bouillante qui, filtrée & évaporée, m'a donné une liqueur de Nitre fixé peu coloré: auſſi peut-on la regarder comme la liqueur d'un Nitre fixé, autant par les charbons avec leſquels le Nitre fulminoit par les dehors du creuſet dont la poroſité & quelques fentes le laiſſoient ſuinter, que par le Zinc réduit en fleurs dans l'intérieur de ce creuſet: cette liqueur conſervée à part, donne toutes les marques d'un véritable Alkali fixe.

A l'égard de la maſſe ſaline qui n'avoit qu'une couleur cendrée, je l'ai expoſée à l'air après l'avoir fendue par le milieu: l'extérieur de cette maſſe, c'eſt-à-dire, la partie qui touchoit au creuſet, s'eſt miſe très vîte en deliquium, elle étoit bien alkaliſée: en trois jours elle s'eſt humectée juſqu'à l'épaiſſeur de 4 lign. ou environ; j'ai emporté tout ce qui s'étoit humecté en le raclant avec un morceau de

seront $\frac{1\times1}{n}SP$, $\frac{1\times2}{n}SP$, $\frac{1\times3}{n}SP$, &c. ou $\frac{1}{n}SP$, $\frac{2}{n}SP$, $\frac{3}{n}SP$, &c. Ce qui donne une suite de fractions dont le numérateur croît, selon la suite naturelle des nombres, avec un dénominateur (n) constant, & infini. Mais la somme de cette série ou progression arithmétique poussée jusqu'à son pénultieme, ou à son dernier terme, ce qui revient ici au même dans le cas de l'infini, est $\frac{1}{2}\times\frac{nn}{nn}SP=\frac{1}{2}SP$. Donc la somme de tous les momens de la ligne pesante ou du fil SP, est $\frac{1}{2}SP$; qui est ce que j'avois principalement à démontrer.

(8.) Le reste ne sauroit plus faire de difficulté: car multipliant $\frac{1}{2}SP$, par la distance du centre d'oscillation qu'on sait être par rapport à l'extrémité P, $\frac{1}{3}SP$, & qui fait la distance commune entre le poids représenté par $\frac{1}{2}SP$, & un dernier poids quelconque, réuni en P, & divisant par leur somme $\frac{1}{2}SP+P\times SP$, comme l'exige la règle (*Sup.* n°. 4.), on aura $\frac{\frac{1}{2}SP\times\frac{1}{3}SP}{\frac{1}{2}SP+P\times SP}$ $=\frac{\frac{1}{6}SP^2}{\frac{1}{2}+P\times SP}=\frac{\frac{1}{6}SP}{\frac{1}{2}+P}$, qui est la Formule dont il s'agit.

(9.) Je

(9.) Je viens de ſuppoſer, d'après la connoiſſance qu'on a d'ailleurs du centre d'oſcillation d'une ligne peſante, que la diſtance commune entre les deux poids, cette quantité, $\frac{1}{2}SP$, par laquelle il faut multiplier l'un des deux, étoit $\frac{1}{3}SP$, & je l'ai ſuppoſé dans mon Mémoire. Mais il eſt bon préſentement de faire voir, & cela devient fort aiſé, qu'on a auſſi cette même quantité, & le centre d'oſcillation de la ligne peſante, par la ſeule méthode dont nous avons fait uſage pour tout le reſte. Car remarquez que cette quantité, dans les fractions ou formules ci-deſſus (*n°. 5.*) qui expriment les diſtances des centres d'oſcillation, pour un nombre déterminé de petits poids égaux, dont une ligne ſeroit chargée à diſtances égales, croît ſelon cette loi $1, 1+\frac{1}{3}, 1+\frac{2}{3}, 1+\frac{3}{3}$, &c. ce qui, par tout ce que nous venons de dire, ſe réduit à cette ſérie ou progreſſion arithmétique $\frac{3}{3}$, $\frac{4}{3}, \frac{5}{3}, \frac{6}{3}$, &c. ou plutôt à celle-ci, (à cauſe des $SA=AB=\frac{1}{n}SP$) $\frac{3}{3n}SP$, $\frac{4}{3n}SP$, $\frac{5}{3n}SP$, $\frac{6}{3n}SP$, &c. dont le dernier ou l'infinitieme terme ſera $\frac{n}{3n}SP=\frac{1}{3}SP$, & partant, &c.

(10.) Et à l'égard du centre d'oſcillation de la ligne peſante, abſtraction faite de toute autre recherche, on l'a encore par cette voye. Car la derniere Fraction ou Formule de la ſérie, celle qui doit donner la diſtance PT, pour une infinité de petits poids égaux, devient

vient $\frac{\overline{\frac{1}{2}nn \times SP \times \frac{n}{3n}} \times \overline{SP}}{\frac{1}{2}nn \times SP}$ ou $\frac{\frac{1}{2}SP \times \frac{1}{3}SP}{\frac{1}{2}SP}$

$= \frac{\frac{1}{6}\overline{SP}^2}{\frac{1}{2}SP} = \frac{1}{3}SP$, à cauſe que comme il eſt aiſé de s'en appercevoir, les dénominateurs des termes de la ſérie ſont toujours des nombres triangulaires, dont le dernier, qui n'eſt autrechoſe que la ſomme de la progreſſion naturelle des nombres, eſt $= \frac{1}{2}n^2$.

(11.) Il auroit ſuffi ſans doute pour le but de mon Mémoire, & pour tout éclairciſſement, de renvoyer à M. *Huygens*, qui a donné la ſolution du Problême dont il s'agit, & dont j'avois beſoin dans l'Article cité. Elle ſe trouve à la fin de ſon *Horologium oſcillatorium* *, avec une Formule de la diſtance au point de ſuſpenſion SC, qui revient à celle de PC, & d'où l'on tire notre Formule, par la ſimple ſouſtraction. Mais j'avoue que je l'ignorois d'abord, ou que je l'avois oublié, cette queſtion n'étant traitée dans M. *Huygens*, qu'à l'occaſion d'une autre, & ſous un autre titre. Cependant ayant voulu m'éclaircir & m'inſtruire là-deſſus, en eſſayant de réſoudre moi-même le Problême, qui m'avoit paru en effet aſſez délicat, je pris une route différente, & telle qu'on vient de voir. Je me contentai enſuite de l'indiquer, ou d'en donner un court énoncé dans mon Mémoire; & j'ai cru enfin, en me rendant à l'avis des gens éclairés qui y trouvoient de l'obſcurité,

* *Part. 4. Prop. XXIII.*

de verre, je l'ai étendu dans de l'eau pour le filtrer, & l'ayant évaporé, il eſt reſté une liqueur alkaline fixe un peu plus colorée que la précédente, mais moins que la liqueur du Nitre fixé par les fleurs de Zinc.

J'ai verſé de l'eau chaude ſur la partie ſaline du milieu de la maſſe qui ne s'étoit point humectée à l'air: la ſolution filtrée & évaporée, m'a donné 7 gros de Nitre bien cryſtalliſé, avec quelques gouttes d'une liqueur preſque auſſi alkaline que les deux précédentes.

Je pourrois preſque conclurre de cette expérience répétée, que ſi l'on pouvoit avoir des creuſets d'une terre aſſez compacte pour retenir le Nitre en fuſion ſans qu'il ſuintât par ſes pores, il ſeroit très difficile de fixer le Nitre par le Zinc employé ſous ſa forme métallique, & qu'apparemment l'Auteur que j'ai cité a reconnu cette difficulté, puiſque pour fixer ſon Nitre, il employe les fleurs de Zinc déja faites, au-lieu du Zinc en métal; ainſi ſi l'Alkaeſt de Reſpour étoit de quelque utilité bien démontrée, il conviendroit de le préparer ſelon ſon procédé, & non ſelon le mien; ce qu'il étoit bon de vérifier.

Mais en employant le Zinc en métal, il ſe développe des vapeurs nitreuſes, épaiſſes & rougeâtres; ces vapeurs ne ſont preſque pas ſenſibles, ſi on employe les fleurs pour fixer le Nitre: cette obſervation pourroit faire ſoupçonner un acide vitriolique dans le Zinc, mais la preuve de ſon exiſtence ſeroit difficile à démontrer; ainſi il eſt plus ſimple d'attribuer le développement de l'acide nitreux à la

à la partie inflammable abondante dans le Zinc en métal qui agit ici à-peu-près comme le charbon de bois dans l'opération du Nitre fixé ordinaire; mais le Zinc s'enflammant différemment que le Charbon, & sa flamme ne durant qu'un instant, le Nitre n'a pas le tems de fuser, & l'alkalisation de ce Sel ne s'opére pas comme avec le Charbon; les fleurs de Zinc n'ont plus cette partie sulphureuse aisée à enflammer dans le Zinc, elle s'est dissipée en flamme pendant leur préparation, ainsi elles ne peuvent développer ces parties nitreuses d'une maniere aussi sensible; & si le Nitre s'alkalise mieux avec ces fleurs qu'avec le Zinc, c'est que par la trituration qui a précédé, les parties du Nitre sont tenues séparées les unes des autres par les fleurs du Zinc, & que dans une calcination de 10 à 12 heures, les parties de feu ont plus de facilité à s'introduire dans les parties du Sel divisées par ces fleurs également distribuées, qu'elles n'en ont quand le Zinc employé en métal & déflagrant au milieu du Nitre liquéfié, l'épaissit & le réduit peu à peu en des masses qui deviennent fort compactes.

Outre les marques ordinaires d'Alkali fixe que donnent les deux liqueurs provenant du deliquium du Nitre fixé par les fleurs de Zinc, on va voir présentement quels sont leurs effets sur l'Or; les autres effets de ces deux liqueurs seront rapportés à chaque Article des métaux traités avec le Zinc.

Sur une dissolution d'Or bien chargée de ce métal, & faite par une Eau régale composée de 4 mesures d'esprit de Nitre, & d'une

ne meſure d'eſprit de Sel (ce qui donne un diſſolvant dont l'action eſt très prompte), j'ai fait tomber de l'Alkaeſt de Reſpour, c'eſt-à-dire, de la teinture ſaline & ſulphureuſe communiquée au Vinaigre diſtillé par le Nitre fixé en employant les fleurs de Zinc; il s'eſt précipité une chaux d'Or, couleur de caffé, qui, en 10 jours, eſt devenue noire, à l'exception d'une partie d'Or revivifié dont je vais parler.

Sur une ſemblable diſſolution d'Or, j'ai verſé peu à peu autant de la liqueur ſimple du Nitre fixé par les fleurs de Zinc, qu'il en falloit pour précipiter tout l'Or; j'ai couvert les deux verres, & je les ai laiſſés pendant 15 jours en expérience. Dans le dernier, la chaux d'Or précipitée eſt devenue noire comme dans le précédent, & dans tous les deux verres, des parties de l'Or ſe ſont dégagées de leur diſſolvant, & ſe ſont élevées à la ſurface de la liqueur qu'elles ont couverte d'une pellicule d'Or, plus brillante & plus vive dans le verre où la précipitation avoit été faite par l'Alkaeſt de Reſpour, moins belle, mais plus épaiſſe dans celui où l'Or étoit précipité par la liqueur alkaline ſimple.

Il y a grande apparence que la revivification de ces particules d'Or, ou plutôt leur réunion, eſt dûe au principe huileux, uni aux deux Alkalis précipitans; l'un ne contient que le reſte du principe ſulphureux du Zinc qui n'eſt pas totalement ſéparé des fleurs de ce minéral, puiſque l'huile de Vitriol verſée ſur ces fleurs, & tenue chaudement ſur un bain de ſable, donne une odeur de Souphre brulant;

brulant; l'autre, c'eſt à dire, l'Alkaeſt de Respour, outre ce principe ſulphureux du Zinc, contient auſſi la partie inflammable du Vin, qui exiſte toujours réellement dans le Vinaigre. Il y a d'autres expériences déja connues, qui rendent cette conjecture encore plus probable.

Verſez ſur une diſſolution d'Or autant d'Esprit de vin qu'il en faut pour la dulcifier, en ſorte qu'elle n'ait plus qu'une légere acidité: expoſez le vaiſſeau au Soleil, & le couvrez d'un papier pour le garantir de la pouſſiere; vous verrez l'Or s'élever en petits feuillets déliés & brillans, & ſe placer à la ſurface de la liqueur qui, au bout de quelques jours, ſe trouvera couverte d'une pellicule du plus bel Or du monde. Il faut remarquer, que cette revivification *per aſcenſum*, ſe fait beaucoup mieux au Soleil qu'à un feu de digeſtion de même degré, qui ſeroit placé ſous le vaiſſeau.

On peut enlever avec un morceau de verre mince, cette pellicule d'Or à meſure qu'elle ſe forme, & lui conſerver preſque tout ſon éclat, en la mettant ſur le champ dans de l'eau commune diſtillée, & l'agitant pour la faire tomber au fond.

Je crois que cette poudre d'Or reſſuſcitée ainſi par l'Eſprit de vin, ou par le Vin blanc qui réuſſit de même, étant appliquée ſur la Porcelaine par une main habile, feroit un plus bel effet que la chaux d'Or précipitée du départ ordinaire, qu'on employe pour dorer les filets & contours des fleurs.

A l'égard des deux chaux noires & non

reſſuſcitées de l'Or précipité par la liqueur ſimple du Nitre fixé & par l'Alkaeſt de Respour, je les ai lavées l'une & l'autre dans une même quantité d'eau diſtillée : la premiere chaux, c'eſt à dire, le précipité par la liqueur alkaline ſimple, n'a pas fulminé ſur le feu, mais elle a décrépité ſans flamme, comme un Sel marin, & tout l'Or s'eſt diſſipé : l'autre chaux précipitée par l'Alkaeſt de Reſpour, n'a ni fulminé ni décrépité ; la partie huileuſe du Vinaigre unie à ce précipité, empêche ici le décrépitement, comme le Souphre qu'on brule ſur l'Or le plus fulminant, empêche ſa fulmination.

Les pellicules d'Or reſſuſcitées ne fulminent pas non plus ; ce qui n'eſt pas étonnant, puiſqu'elles ne ſont plus unies à des Sels.

J'ai refait ces expériences avec la liqueur du Nitre fixé par les Charbons : cet Alkaeſt de Glauber a précipité l'Or en chaux noire, comme la liqueur ſimple du Nitre fixé par les fleurs de Zinc, & cette chaux noire lavée & ſéchée, a décrépité de même. Il y a cependant une différence entre les effets de l'une & l'autre liqueur ; celle du Nitre fixé par les fleurs de Zinc, reſſuſcite très vîte une partie de l'Or en pellicules dorées ; celle du Nitre fixé par les Charbons ne le fait pas, du moins ce n'eſt qu'en l'expoſant au Soleil, & au bout d'un mois, qu'on y apperçoit un commencement de pellicule qui reſte pendant longtems d'une couleur cuivreuſe.

Après ces expériences, il convenoit de ſavoir ce que le Zinc lui-même opéreroit ſur l'Or diſſout. J'ai fait tomber, dans une diſſolu-

ſolution d'Or concentrée par évaporation au Soleil, un petit morceau de Zinc qui y a reſté près de 15 minutes ſans être attaqué; j'ai affoibli le diſſolvant, en y ajoutant peu à peu juſqu'à trois parties d'eau; alors les bulles d'air ſe ſont élevées, la diſſolution du Zinc s'eſt faite avec lenteur, & l'Or s'eſt précipité en une chaux couleur de caffé: c'eſt ici une précipitation ſemblable à la précipitation connue d'une ſolution d'Argent ou d'une ſolution d'Or par la lame de Cuivre. Quant à la couleur brune que prend la chaux d'Or en ſe précipitant dans cette expérience, elle ne peut être attribuée qu'au Zinc dont quelques atomes ſont entrainés & retenus par l'Or; car ſi on refond cette chaux bien édulcorée avec un peu de Borax, on a un culot d'Or qui eſt aigre & qui ſe gerce ſous le marteau, & l'on eſt obligé de le refondre de nouveau avec le Nitre, pour réduire en ſcories, la portion du Zinc qui s'étoit incorporée avec l'Or, & qui le rendoit caſſant. On verra bientôt qu'une partie de Zinc ſuffit pour aigrir 80 parties d'Or, & peut-être davantage.

Si, après que cette chaux d'Or eſt précipitée par le Zinc, & que la liqueur ſurnageante n'eſt plus teinte de jaune, on donnoit le tems à l'eau ajoutée de s'évaporer, l'Eau régale reprendroit ſon premier degré d'acidité, l'Or ſeroit diſſout de nouveau, & il arriveroit qu'il ſe mêleroit exactement avec le Zinc, & qu'en le précipitant par un Alkali fixe ou volatil, on précipiteroit enſemble les deux ſubſtances métalliques, comme je le ferai voir

voir inceſſamment en parlant de mon Or violet.

La même choſe arrive quand on précipite la diſſolution d'Or par l'Etain fin, car ſi dans une diſſolution d'Or affoiblie, on fait tremper un morceau d'Etain, la liqueur ſe trouble & paroît d'abord preſque noire, mais quelques heures après elle devient d'un beau pourpre; cela eſt connu de tous les Chimistes: cette liqueur reſtera de cette couleur tant que l'Eau régale ſera aſſez affoiblie ou aſſez aqueuſe pour tenir l'Etain en diſſolution. Mais expoſez le vaiſſeau à l'air pour faire évaporer l'eau ajoutée, l'Eau régale s'étant rencontrée diſſoudra l'Or de nouveau, reprendra une couleur jaune, la couleur pourpre s'évanouïra, & il ſe fera un précipité blanc qui vraiſemblablement eſt une chaux ou magiſtere d'Etain; ce que je n'oſe pourtant aſſurer, parce que je ne l'ai pas encore examiné.

Affoibliſſez une ſeconde fois cette nouvelle diſſolution d'Or par de l'eau commune, & faites y tremper un morceau d'Etain, vous verrez reparoitre auſſi-tôt la couleur pourpre foncée; car l'Etain eſt la pierre de touche de l'Or, c'eſt-à-dire, comme Kunckel l'a déja remarqué, que ce métal ſert à s'aſſurer de la préſence de l'Or dans la diſſolution d'un mêlange métallique où on le ſoupçonne: la liqueur æthérée de Frobenius eſt encore un moyen, au moins auſſi certain, pour avoir cette preuve; j'en parlerai avant la fin de ce Mémoire.

Il eſt bon d'avertir que l'expérience de ces chan-

changemens de couleur de jaune en pourpre, de pourpre en jaune, &c. réuſſit infiniment mieux en ſe ſervant d'un morceau d'Etain, qu'en employant une diſſolution déja faite de ce métal dans l'Eau régale.

Quand ſur une diſſolution d'Or, on verſe une diſſolution de Zinc faite par l'Eau régale & filtrée (car il y ſurnage toujours une écume qu'il en faut ſéparer), la couleur de la diſſolution d'Or ne ſubit d'autre changement que celui de devenir un peu moins jaune; mais il ne ſe fait aucun précipité ni de l'Or ni du Zinc, parce qu'ici chaque quantité de l'Eau régale a fait ſa fonction, c'eſt-à-dire, qu'elle eſt ſuffiſamment chargée de tout ce qu'elle a pu diſſoudre, l'une d'Or, l'autre de Zinc. Ne pourroit-on pas ſe ſervir de cette expérience pour prouver que le Zinc ne contient pas d'Etain, comme M. Homberg le ſoupçonnoit? Car s'il en contenoit, la diſſolution d'Or touchée par la diſſolution du Zinc, prendroit une couleur pourpre, ce qu'elle ne fait pas. De plus, ſi ſur les diſſolutions d'Or & de Zinc mêlées enſemble, je verſe de la diſſolution d'Etain, la couleur pourpre paroît, mais plus foible que ſi l'Or eût été ſeul.

Il étoit à préſumer qu'une mêlange de diſſolution d'Or & de diſſolution de Zinc, étant précipité par un Sel alkali, ne donneroit pas, après les lotions ordinaires, un Or fulminant, à cauſe de l'interpoſition des parties du Zinc: il falloit cependant s'en aſſurer. Ainſi ſur un mêlange de 100 gouttes de chacune de ces deux diſſolutions, l'une & l'autre autant chargées

gées de métal qu'elles le pouvoient être, j'ai versé jusqu'à 80 gouttes d'esprit volatil de Sel ammoniac fait par la chaux, pour précipiter parfaitement la chaux métallique; cette chaux composée d'Or & de Zinc, après avoir été lavée & sechée, a été exposée au feu dans une petite cuillier de fer bien nette, il s'est fait un petit décrépitement sourd, sans aucun sautillement sensible des parties de la poudre, & pendant ce petit décrépitement, la chaux a pris peu à peu une belle couleur de violet fin. J'ai répété cette expérience entiere trois fois de suite, & elle a toujours réussi de même: ainsi voilà encore un nouveau moyen de donner la couleur pourpre aux émaux & au flux pour le Rubis imité, décrit par Kunckel & Cassius, & par conséquent une découverte qui peut être utile aux Peintres en émail & aux Jouailliers. J'ai donné de cet Or violet à M. Barier graveur du Roi sur pierre, & qui fait de très beaux ouvrages en Or émaillé, il en a fait l'essai avec le Talc de verre de Venise *, & avec le Fondant d'émail †, & il a eu un fort beau pourpre.

J'ai fait la même expérience avec l'Etain. Sur une égale quantité de dissolution d'Or & de dissolution d'Etain un peu affoiblie par de l'eau commune, j'ai versé de l'esprit volatil or-

* C'est du Verre de Venise, dont on a soufflé un globle très mince, & qu'on a réduit ensuite en poudre. Les Emailleurs vendent cette poudre brillante toute préparée.

† C'est un Verre en tube, de couleur d'opale, aisé à fondre, qui sert, étant broyé, à introduire dans les Emaux, les couleurs qu'on tire des Chaux métalliques.

ordinaire de Sel ammoniac, il s'eſt fait de même un précipité des deux métaux qui, bien édulcoré, n'a pas fulminé non plus que le précédent; ce précipité a pris ſur le feu une couleur bleue obſcure, ſemblable à de l'Inde en pains.

Ainſi l'Or qui, précipité par l'Etain ſeul, auroit été d'un beau pourpre, a pris, lorſqu'il a été précipité avec l'Etain par l'eſprit volatil, une couleur ſale ou d'un bleu obſcur; au-lieu que l'Or qui, étant précipité par le Zinc ſeul, prend un couleur tannée ſale, devient d'un très beau violet, quand il eſt précipité avec le Zinc par le même eſprit volatil.

Pour faire voir que ce ſont les particules interpoſées du Zinc ou de l'Etain qui, dans la premiere expérience, diminuent, & dans la ſeconde, empêchent la fulmination de l'Or, j'ai verſé ſur 100 gouttes de diſſolution d'Or pur & ſans mêlange, 46 gouttes du même eſprit de Sel ammoniac fait par la Chaux; j'ai préféré pour cette précipitation, un Alkali fixe, parce que j'ai obſervé, & M. Groſſe l'a obſervé avant moi, que quand l'Or eſt diſſout par le mêlange de l'eſprit de Nitre & de l'eſprit de Sel, la précipitation de l'Or qu'on veut avoir fulminant, réuſſit mieux lorſqu'on employe l'eſprit volatil de Sel ammoniac, que ſi on ſe ſervoit de l'huile de Tartre par défaillance, & que le contraire arrive lorſque l'Or a été diſſout par un eſprit de Nitre régaliſé par le Sel ammoniac. Dans ce dernier cas, l'Or paroît être plus fulminant, ſi on le précipite par l'huile de Tartre, que ſi on l'avoit précipité par un eſprit volatil.

latil. Cette obſervation mérite d'être approfondie, & elle peut développer une nouvelle théorie de la fulmination de l'Or fulminant; mais je n'ai pas encore fait ſur cela un aſſez grand nombre d'expériences pour me hazarder préſentement à en parler davantage.

J'ai édulcoré mon Or précipité avec une quantité d'eau proportionnée à la quantité d'eau qui avoit été employée à laver le précipité provenant du mêlange de l'Or & du Zinc qui a donné l'Or violet, afin qu'il ne pût reſter aucun doute ſur le plus ou le moins de l'édulcoration. J'ai fait l'eſſai de ce précipité ſur un feu placé dans un lieu obſcur, & la portion que j'avois miſe dans la cuillier a fulminé très vîte, & avec une fort belle flamme; ainſi c'eſt l'interpoſition des parties du Zinc qui, dans l'une des expériences précédentes, a réduit preſque à rien la fulmination de l'Or, parce qu'il étoit précipité avec ce minéral.

Il y a pourtant un cas où l'addition du Zinc, même en plus grande doſe que dans les expériences que j'ai décrites, n'empêche pas la fulmination de l'Or, quelque lavé que ſoit le précipité; c'eſt quand on ſe ſert d'un eſprit volatil très concentré & diſtillé ſans addition d'eau: j'en donnerai l'exemple à la fin de ce Mémoire.

Curieux de ſavoir quel ſeroit l'effet de l'Or fulminant pur & ſans mêlange, étant employé avec le fondant d'émail après ſa fulmination, j'ai pris une portion de cet Or, & l'ayant étendu bien mince entre deux feuilles de papier repliées par les bords, j'ai échauffé ce

papier partie à partie sur un réchaud de feu, la fulmination s'en est faite successivement & à petit bruit; le papier ayant été déplié, j'y ai trouvé des particules de chaux d'Or de couleur pourpre qui, broyées avec le fondant d'émail, donnent aussi une assez belle couleur cramoisie, ce qui dépend cependant de la recuite de l'ouvrage émaillé.

L'Or fondu avec le Zinc à parties égales, donne un régule extrêmement aigre, très dur, & qui usé & poli, prend un grand brillant, réfléchissant ou peignant les objets avec beaucoup de netteté. Je l'indique à ceux qui voudroient en faire la dépense, & avoir un miroir à lunettes de réflexion qui fût exempt de soufflure, & peut-être moins sujet à prendre de l'humidité de l'air, ce terni auquel sont sujet les miroirs dont le cuivre est la base; mais la fabrique de ces miroirs n'étant pas à présent mon objet, je reviens au procédé de ce régule.

J'ai pris un morceau d'Or, au titre des Ducats de Hollande, qui pesoit 67 grains, j'ai fondu dans un creuset, un pareil poids de Zinc purifié par une fonte précédente, & y ayant fait tomber l'Or, il s'est fondu très vîte. Dans l'instant de la fonte de l'Or, il s'est fait une fulmination du Zinc, pendant laquelle il s'en est exhalé tant en flamme, qu'en fumée & en fleurs, le poids de 16 grains, car le régule ou culot que j'ai détaché du creuset, refroidi, ne pesoit plus que 118 grains; ce culot s'est cassé en huit morceaux au premier coup de marteau, & dans sa cassure, l'Or m'a paru bien uni avec le Zinc, puis-

puiſqu'au microſcope, je n'ai apperçu aucune différence de couleur, & que le tout enſemble formoit une matiere réguline blanchâtre, ſans couches diſtinguées, & dont le grain étoit très fin.

J'ai mis ce régule en poudre, & j'ai verſé deſſus de l'Eau forte pour en faire le départ, comme on fait celui de l'Or & de l'Argent; l'Or eſt reſté précipité en une chaux brune; la diſſolution du Zinc ſurnageante ayant été décantée, & la chaux d'Or lavée, puis fondue avec le Borax, j'en ai retiré un culot d'Or peſant 60 grains $\frac{1}{2}$; j'ai trouvé ce culot aigre ſous le marteau, preuve que l'Or avoit retenu du Zinc, quoiqu'il eût laiſſé le reſte de ſon autre alliage dans l'Eau forte du départ, qui étoit verdâtre. J'ai refondu ce culot aigre avec le Salpêtre pour ſcorifier le Zinc reſté, & le nouveau culot devenu doux, n'a plus peſé que 59 grains $\frac{1}{2}$. Donc une partie de Zinc ſuffit pour aigrir 80 parties d'Or. Ce dernier culot a paſſé par la coupelle d'Antimoine, d'où je l'ai retiré très haut en couleur, & ſans diminution ſenſible de poids, ainſi il eſt Or à 24 Karats.

On peut faire auſſi le départ de ce régule, pulvériſé bien fin, par le Vinaigre diſtillé qui, comme on ſait, diſſout le Zinc & ne touche pas à l'Or; mais ce que l'Eau forte a fait en 30 heures, le Vinaigre ne l'a fait qu'en 28 jours.

J'ai fondu un autre morceau d'Or peſant 134 grains, avec trois fois ſon poids de Zinc; le culot a été très dur, mais plus coriace ou plus difficile à caſſer que le précédent, où il

n'y avoit que parties égales d'Or & de Zinc; ſon grain étoit auſſi fin, quoique plus terreux, & d'une couleur plus griſe. Mon objet, dans cette expérience, étoit d'examiner ſi le Zinc en ſe convertiſſant en fleurs, enleveroit quelques parties de l'Or, comme feu M. Stahl l'a dit dans ſa Diſſertation ſur les Sels des métaux *. Or cette converſion du Zinc en fleurs eſt fort difficile quand ce minéral eſt uni à l'Or; ſi le feu eſt moderé, il ne ſe fait aucune ſéparation; s'il eſt extrême, le mêlange eſt dans une ébullition continuelle, & le Zinc cherchant à s'échapper & à ſe convertir en fleurs, fait ſautiller de petits globules du régule entier que la flamme du Zinc emporte avec elle à travers les jointures du creuſet & de ſon couvercle; j'ai même recueilli quelques petites parties de ce régule, en préſentant une petite cuillier de fer au dard de cette flamme.

Comme dans cette opération, il s'étoit attaché à la ſurface intérieure du couvercle, un peu de fleurs colorées en jaune, cela m'a engagé à recommencer l'opération avec un pareil poids de mêlange; mais pour ne pas perdre mon régule, je me ſuis ſervi de deux creuſets renverſés l'un ſur l'autre qui s'emboîtoient, & dont le ſupérieur avoit un trou à ſon fond, pour que la matiere eût une communication avec l'air extérieur, ſans quoi la fulmination du Zinc ne pourroit ſe faire; j'ai tenu cette matiere au feu de forge pendant 6 heures, cependant je n'ai recueilli au

* Page 19.

au haut du creuſet ſupérieur que 8 grains de fleurs colorées.

J'ai verſé ſur ces fleurs, de l'Eau régale, qui s'eſt teinte en jaune. Dans une partie de cette ſolution décantée, j'ai trempé un fil de verre chargé d'environ un quart de goutte de diſſolution d'Etain fin, & j'ai eu du pourpre.

Sur l'autre partie de la même ſolution, j'ai verſé un peu de liqueur æthérée de Frobenius, la ſéparation de l'Or s'eſt faite dans l'inſtant, & le diſſolvant eſt reſté ſans couleur: car on ſait que c'eſt une des propriétés ſingulieres de cette liqueur, de ſaiſir l'Or qui ſe trouve dans la diſſolution d'un mêlange de pluſieurs métaux, & de l'en tenir ſéparé, laiſſant les autres métaux dans le diſſolvant. Il eſt donc prouvé qu'à l'aide d'un feu violent, le Zinc enleve l'Or en ſe convertiſſant en fleurs, comme M. Stahl l'a avancé; mais comme on le voit, il ne l'enleve qu'en très petite quantité.

Il faut encore faire obſerver que le creuſet ſupérieur dans lequel s'eſt faite cette ſublimation de fleurs colorées, étoit teint en haut d'une légere couleur pourpre, & au-deſſous d'une teinte verdâtre; ce qui ſemble indiquer que la partie ſulphureuſe ou inflammable du Zinc pourroit être recueillie. J'ai fait faire des cornues de deux pieces, avec leſquelles je tenterai de diſtiller le Zinc à grand feu & ſans addition; ſi je réuſſis, je ferai part du ſuccès à la Compagnie.

J'ai employé le reſte de mon régule à d'autres eſſais, je l'ai diviſé en trois portions; deux de ces portions m'ont ſervi à tenter la réduction de l'Or par deux moyens

différens, & la troiſieme à en faire un Or fulminant, par lequel je finirai ce Mémoire.

La premiere portion qui peſoit 118 grains a été fondue avec trois fois ſon poids de régule d'Antimoine : mais j'ai été obligé de ſouffler pendant 5 heures dans le creuſet couché & échancré où étoit le mêlange, pour chaſſer tout l'Antimoine & tout le Zinc : il m'eſt reſté un bouton d'Or peſant 22 grains ¼, haut en couleur, très doux, & qui, dans une ſeconde coupelle d'Antimoine, n'a rien perdu de ſon poids.

La ſeconde portion du régule d'Or & de Zinc a été purifiée par le Salpêtre, il en a fallu mettre juſqu'à ſept fois le poids du régule en différentes fois ; pour réduire tout le Zinc en ſcories qui, dans le feu, euſſent un flux tranquille & glacé à la ſurface ; le bouton d'Or trouvé au fond du creuſet refroidi, étoit haut en couleur, mais il ſe gerçoit encore ſous le marteau, ce qui m'a obligé de le refondre, & de jetter deſſus un peu de Sublimé corroſif pour le purifier davantage. Toute l'opération n'a duré qu'une heure, ainſi l'Or uni au Zinc s'en ſépare beaucoup plus vîte & plus aiſément par le Salpêtre que par l'Antimoine.

La troiſieme portion de mon régule a été diſſoute par l'Eau régale, & précipitée par un eſprit volatil tiré du Sel ammoniac en me ſervant des fleurs de Zinc pour intermede ; mais avant que de parler de cet Or fulminant qui eſt plus violent que celui qu'on précipite par l'eſprit volatil fait par la Chaux, il eſt bon

bon de décrire quelques circonſtances de la diſtillation de cet eſprit volatil.

J'ai fait un mêlange exact de 4 onces de fleurs de Zinc, & de 2 onces de Sel ammoniac, je l'ai diſtillé à feu augmenté par degrés juſqu'à faire rougir la cornue vers la fin de l'opération. Les vaiſſeaux étant démontés, j'ai trouvé près de 5 gros d'un eſprit volatil très pénétrant, & qui avoit une couleur louche ou laiteuſe, parce qu'il avoit enlevé avec lui quelque portion des fleurs du Zinc. Il y avoit à la partie ſupérieure du récipient, une petite couche de Sel volatil en forme concrete, ſur lequel j'ai fait paſſer l'eſprit pour le diſſoudre; j'ai retiré du col de la cornue, un gros & quelques grains de fleurs qui, diſſoutes dans l'eau, puis filtrées, ont laiſſé des fleurs de Zinc ſur le filtre; leur ſolution évaporée a donné une cryſtalliſation ammoniacale. Il y avoit encore une autre ſublimation de Sel ammoniac à l'entrée du col vers la voute de la cornue, mais plus dure, plus tenace, & plus ſale que celle du col; la maſſe reſtée au fond de la cornue étoit dure, compacte, comme vitrifiée, & d'une cauſticité ſi grande, que l'ayant touchée du bout de la langue, elle m'y fit une ampoule. J'ai prié M. Morand d'en faire quelques eſſais, & de la ſubſtituer au cauſtique qu'il employe ordinairement, & il a remarqué qu'elle réuſſiſſoit fort bien.

J'ai mis une partie de cette matiere cauſtique dans un creuſet, je l'ai pouſſée à feu de forge, il s'en eſt dévelopé d'abord des vapeurs urineuſes, parce qu'il y reſtoit encore beaucoup de Sel ammoniac, puis il en eſt ſorti u-

ne fumée épaiſſe, ayant une agréable odeur de Safran, qui eſt toujours l'odeur de l'eſprit de Sel lorſqu'il eſt uni à quelque matiere métallique; tout l'acide du Sel marin ayant été chaſſé par cette violente calcination, il eſt reſté une maſſe de fleurs de Zinc fixes, & qui n'avoient plus de cauſticité.

Quant au reſte de ma matiere cauſtique, je l'ai expoſée à l'air, où elle s'eſt miſe aſſez vîte en deliquium; j'ai filtré ce deliquium, qu'on peut nommer *huile de Zinc*, dans le même ſens qu'on nomme *huile de Chaux*, le deliquium de la tête-morte de la diſtillation de l'eſprit volatil du Sel ammoniac fait par la Chaux.

Si l'on verſe ſur cette huile de Zinc, quelques gouttes d'huile de Vitriol, il ſe fait ſur le champ un coagulum, comme lorſqu'on verſe le même acide ſur l'huile de Chaux, & il s'en éleve auſſi des vapeurs d'eſprit de Sel, mais qui ont une odeur un peu huileuſe.

Cependant voici une différence bien conſidérable entre ces deux coagulums qui, à la vue, paroiſſent ſemblables: celui de l'huile de Chaux eſt indiſſoluble dans l'eau froide & dans l'eau chaude: celui de l'huile de Zinc ſe diſſout ſur le champ quand on verſe deſſus de l'eau froide, parce qu'alors on affoiblit aſſez le diſſolvant pour le mettre en état de redifſoudre les fleurs de Zinc qui faiſoient l'épaiſſiſſement du coagulum: l'huile de Vitriol trop concentrée ne diſſout point ces fleurs, comme je l'ai déja fait remarquer dans mon premier Mémoire; il faut l'affoiblir pour en faire la diſſolution.

J'ai

J'ai mis dans un verre, la liqueur de ce coagulum rediſſout, & il s'y eſt formé des cryſtaux en aiguilles qui, vus au Microſcope, paroiſſent ſemblables aux cryſtaux qui ſe ſont formés dans un autre verre où j'avois mis quelques gouttes d'huile de Vitriol ſur une ſolution de Sublimé corroſif. Je crois que M. Groſſe eſt le premier qui ait obſervé cette derniere cryſtalliſation: c'eſt à lui qu'il appartient de faire part à l'Académie des ſuites ou des conſéquences qu'on peut tirer de cette obſervation, ainſi je n'en parlerai pas davantage; mais je ferai obſerver que lorſque la liqueur de mon coagulum rediſſout a été ſuffiſamment évaporée, il s'eſt formé de nouveau deux petites maſſes ſemblables, tant par leur couleur blanche, que par leur conſiſtance, au premier coagulum, & dans ces deux maſſes il paroît depuis huit jours, des couches cryſtallines angulaires qui donneront un Sel vitriolique, ſans qu'il ſe détruiſe rien de l'autre Sel d'abord aiguillé.

Si je prends du beurre de Zinc, c'eſt-à-dire, cette maſſe jaunâtre qui reſte au fond de la cornue lorſqu'on veut faire la concentration de l'eſprit de Sel, en rediſtillant une diſſolution des fleurs de Zinc dans cet acide; ſi après avoir diſſout ce beurre de Zinc dans un peu d'eau, je verſe deſſus de l'huile de Vitriol, je n'ai point de coagulum: donc pour avoir ce coagulum, il faut qu'il y ait une matiere graſſe, & cette matiere graſſe eſt celle du Sel ammoniac qui eſt reſtée unie à la maſſe cauſtique réduite depuis en deliquium par l'humi-

dité de l'air, & dont j'ai eu cette liqueur que j'ai nommée *huile de Zinc.*

Sur une autre portion de la même huile de Zinc, j'ai verſé de l'huile de Tartre par défaillance, qui a dévelopé une odeur urineuſe, & dans l'inſtant il s'eſt fait un coagulum blanc que l'eau ajoutée n'a point diſſout, parce que c'eſt un précipité des fleurs de Zinc qui ne pouvoient plus être tenues en diſſolution, l'acide du Sel marin étant détruit par l'Alkali.

La liqueur ſurnageante a été décantée, & après une évaporation libre, il s'y eſt formé des cryſtaux cubiques de Sel marin régénéré, & dont les ſix côtés ou ſurfaces ſont parfaitement planes.

J'ai employé l'eſprit volatil diſtillé par l'intermede des fleurs de Zinc à précipiter la ſolution de la troiſieme portion de mon régule d'Or & de Zinc : en faiſant lentement la précipitation, il s'eſt excité une effervescence ou chaleur ſi grande que ma main ne pouvoit plus tenir le vaiſſeau; ce qui n'arrive pas, du moins ſi ſenſiblement, lorſqu'on précipite une diſſolution d'Or avec un eſprit volatil de Sel ammoniac diſtillé par la chaux, parce que pour avoir ce dernier eſprit, on ajoute l'eau, & qu'il eſt par conſéquent bien moins concentré que celui que j'employois.

Cette concentration du volatil urineux a ſans doute été cauſe que malgré l'interpoſition des parties du Zinc qui, dans ce précipité, étoient près de trois contre une d'Or, & malgré les lotions répétées de ce précipité, même avec de l'eau chaude, je n'ai pu l'em-

l'empêcher d'être toujours très fulminant, quoique ſans flamme.

On avoit cru autrefois que l'action de l'Or fulminant ſe faiſoit en enbas. Depuis, on a cru reconnoitre qu'elle ſe faiſoit également en tous ſens, parce qu'en mettant un Ecu ſur de l'Or fulminant, qu'on a arrangé en un tas dans une petite cuillier poſée ſur le feu, on voit ſauter l'Ecu dans l'inſtant de la fulmination. Je crois pourtant que, des expériences que je vais rapporter, il réſultera que cette action n'eſt pas exactement égale en tous ſens, & qu'elle eſt plus vive, ou, pour m'expliquer mieux, que le plus grand effet de la force agiſſante de l'Or fulminant dans l'inſtant de la fulmination, eſt dans les points du contact de cette poudre ſur le corps qui la ſoutient, ou qui la touche. Le détail de mes expériences fera mieux entendre ce que je veux dire.

J'ai étendu ſur une feuille de papier, trois grains de mon Or fulminant; j'ai rabattu deſſus l'autre moitié de la feuille, je les ai pliées enſemble par les bords, puis je les ai tenu tendues avec les deux mains, afin que les deux feuilles fuſſent paralleles autant qu'il étoit poſſible: j'ai échauffé lentement cet Or ſur un réchaud de feu, il a peté, non ſucceſſivement comme celui d'une expérience que j'ai rapportée ci-devant, mais en un ſeul coup, & avec un bruit auſſi fort que celui de ces fuſées que tirent les enfans; le feuillet de deſſous s'eſt caſſé en pluſieurs endroits, celui de deſſus s'eſt gonflé dans l'exploſion par la

raréfaction ſubite de l'air, mais il n'y a paru aucune caſſure.

J'ai refait cette expérience avec poids égal du même Or fulminant, & l'ayant étendu de même entre deux feuilles de papier que je tenois auſſi bien tendues, j'ai fait paſſer par-deſſus une pêle chaude à la diſtance de 6 à 7 pouces; il eſt parti de même en un ſeul coup; le feuillet ſupérieur s'eſt gonflé, mais ſans aucune caſſure; celui de deſſous s'eſt ouvert dans preſque toute ſa longueur.

Les objections qu'on m'a faites à l'occaſion de ces deux expériences, m'ont obligé de les répéter chacune trois fois; la premiere, c'eſt-à-dire, celle où le feu ſe trouvoit deſſous, a toujours réuſſi comme je l'ai décrite; la ſeconde où je mets le feu par-deſſus, a réuſſi deux fois comme je l'ai rapporté, mais une troiſieme fois, la feuille de papier s'eſt crevée par le côté, c'eſt-à-dire, qu'il s'eſt trouvé d'ouvert autant de la feuille de deſſus que de celle de deſſous; ce qui peut venir de ce que quelques parties de la poudre s'étoient dérangées en pliant les bords du papier. Pour éviter ce déplacement de la poudre, j'ai paſſé ſur trois feuilles de papier ſimple, un pinceau trempé dans de l'eau légerement gommée, j'ai ſaupoudré de l'Or fulminant ſur ces trois feuilles, puis je les ai ſecouées lorſquelles ont été ſeches, afin qu'il ne reſtât de cette poudre que dans l'endroit qui avoit été gommé.

J'ai paſſé l'une des trois feuilles ſur un réchaud de feu, la feuille qui, dans cette expérience, étoit entre l'Or & le feu, a crevé

dans

dans l'inſtant du bruit, & la partie touchée par la poudre en a été preſque entierement détachée.

La ſeconde feuille a été rompue de même en paſſant une pêle chaude par-deſſus la poudre, le papier étant deſſous.

Sur la troiſieme déja préparée comme je l'ai dit, j'ai appliqué un feuillet de papier humecté d'eau gommée, je les ai tenu l'un & l'autre en preſſe entre deux gros livres, afin que ces deux feuilles ſe collaſſent exactement enſemble, & que le contact de la poudre fût autant égal qu'il étoit poſſible, tant à l'une qu'à l'autre feuille : lorſqu'elles ont été ſeches, je les ai paſſées ſur le réchaud, le bruit a été plus violent que dans les expériences précédentes, & la feuille ſupérieure, auſſi-bien que l'inférieure, ont été rompues, & l'endroit qui touchoit à la poudre a été preſque détaché dans l'une & l'autre feuille.

Ainſi je crois qu'on peut conclurre de toutes ces expériences, que l'action de l'Or fulminant eſt plus vive ou plus violente dans l'endroit où elle touche le corps qui la ſoutient, que dans tout autre.

Voilà ce que j'ai de fini, quant à préſent, de pluſieurs expériences que j'ai faites en combinant l'Or avec le Zinc. Il y en a encore quelques autres ſur ces deux matieres, qui dépendent du tems, & que je joindrai à celles-ci, ſi ce que j'en eſpere me réuſſit. Dans quelque tems je rendrai compte à l'Académie, des autres expériences qui concernent le mêlange du Zinc avec les autres métaux.

O. B.

OBSERVATIONS SUR LES DISTRIBUTIONS ET LES DEPENSES DES EAUX,

Avec des Règles pour déterminer leurs mesures en pouces & lignes.

Par M. PITOT. *

LE pouce d'Eau est la commune mesure de toutes les Eaux courantes, tant pour leurs distributions & leurs dépenses, que pour la jauge des Fontaines, &c. On entend communément par un pouce d'Eau, la quantité qui s'en écoule par une ouverture circulaire d'un pouce de diametre; mais cette mesure est encore indéterminée, il faut avoir égard à la vîtesse de l'Eau ou à la hauteur de sa chûte au-dessus de l'ouverture: car il est évident que la quantité d'Eau qui passera par cette ouverture d'un pouce circulaire, sera toujours proportionnelle à sa vîtesse. Les Fontainiers ont bien connu la nécessité d'avoir égard à la hauteur de la chûte, qu'ils nomment *la charge de l'Eau.* Mais comme il est très difficile de s'assurer au juste de cette hau-

* 12 Mars 1735.

hauteur, ils ſont encore incertains ſur la vraye valeur d'un pouce d'Eau. M. Mariotte, pour lever toute difficulté, a pris le parti d'appeller un pouce d'Eau, l'Eau qui, coulant pendant l'eſpace d'une minute, donne 14 pintes meſure de Paris, peſant 2 livres chacune. Voilà une meſure du pouce d'Eau déterminée, que tous les Fontainiers peuvent adopter, & qui eſt même très commode pour régler toutes les meſures des Eaux: car, par exemple, ſur cette meſure, une ligne d'Eau donne un demi-muid en 24 heures, & un pouce 72 muids.

Les ſurfaces des ouvertures par où l'Eau s'écoule, étant connues ou données, ſi ces ouvertures étoient horizontales, faites au fond des réſervoirs, pour meſurer les dépenſes ou quantités d'Eau écoulées dans un tems donné, par ces mêmes ouvertures, il ſuffiroit de connoître les vîteſſes de l'Eau à ſa ſortie: car dans ce cas, la vîteſſe étant la même à tous les points de la ſurface, il ſeroit aiſé de meſurer le ſolide d'Eau écoulé dans ce même tems donné. Mais les vîteſſes des Eaux ne provenant que de leurs chûtes, ſi les ouvertures ſont verticales, les vîteſſes ſont néceſſairement inégales aux différens points de hauteur de la ſurface des ouvertures, ce qui demande de nouvelles conſidérations.

Les hauteurs des chûtes d'Eau étant données, pour connoître ſes vîteſſes en pieds par ſecondes de tems, nous avons dit dans les Mémoires de l'Académie de l'année 1730 *, que

* p. 767.

que prenant les hauteurs des chûtes pour les abſciſſes d'une parabole dont le parametre eſt de 56 pieds, les ordonnées marqueront les vîteſſes de l'Eau en pieds par ſecondes : ainſi AD étant la hauteur d'un réſervoir, les ordonnées de la parabole AE, marqueront toutes les vîteſſes de l'Eau en pieds par ſecondes, l'ordonnée au point B marquera la vîteſſe par la chûte AB, l'ordonnée au point C marquera la vîteſſe par la chûte AC. Or ayant une ouverture $GHRO$, ſi toutes les vîteſſes aux différens point de hauteurs étoient égales à celle de la baſe de l'ouverture ou du point C, qui eſt CF, pour avoir la quantité ou la maſſe d'Eau écoulée dans une ſeconde de tems, il ſuffiroit de prendre la valeur du ſolide parallelépipede $GHIKSLOR$, d'où il eſt clair qu'il ne faut prendre que la partie de ce ſolide renfermée dans le plan de la parabole. Pour cet effet, ayant nommé la hauteur AB, b; celle de l'ouverture BC, a; ſa largeur GH, c; ſi l'on ſuppoſe que l'ouverture eſt diviſée en tranches infiniment petites MPN, & qu'on nomme BP, x, & le parametre de la parabole $p=56$ pieds, la vîteſſe au point P ſera $PQ=\sqrt{pb+px}$; multipliant MN par PQ, on aura $c\sqrt{pb+px}$ pour la ſurface d'une tranche du ſolide qu'il faut trouver, & il eſt clair que multipliant cette tranche par dx, on aura l'élément du ſolide $cdx\sqrt{pb+px}$, dont l'intégrale eſt $\frac{2c}{3p}\times\overline{bp+px}$

$\times \sqrt{bp+px} - \frac{2cb}{3}\sqrt{bp}$, qui donne, lorsque $x=a$, le solide entier

$$\frac{2c}{3} \times \overline{b+a}\sqrt{pb+pa} - \frac{2cb}{3}\sqrt{pb}.$$

Si l'ouverture commence au haut du réservoir, c'est-à-dire, si le point B tombe au point A, dans ce cas $b=0$, & la valeur du solide ou de la masse d'eau écoulée dans une seconde de tems, est $\frac{4}{3}ac\sqrt{ap}$. Voilà le seul cas que je trouve dans M. Mariotte & les autres Auteurs qui ont écrit sur les dépenses des Eaux.

Pour trouver à présent les dépenses des Eaux par des ouvertures circulaires qui sont, pour ainsi dire, les seules dont on fait usage dans les distributions des Eaux, nous prendrons d'abord le cas le plus simple, ou que le haut de l'ouverture ou l'extrémité A de son diametre est à la même hauteur que le niveau de l'eau du réservoir. Il est évident que si la vîtesse de l'eau à toutes les hauteurs AP du diametre étoit égale à CG, expression de sa vîtesse au point C, la quantité d'eau écoulée à chaque seconde de tems seroit égale à la solidité du cylindre $ACGH$; mais à cause des différentes vîtesses, il ne faut prendre que la solidité de l'onglet $AEGCMN$: c'est pourquoi ayant nommé le diametre AC, $2a$; AP, x; on aura l'ordonnée de la parabole PE, $\sqrt{px}$; celle du cercle PM, $\sqrt{2ax-xx}$; donc la tranche de l'onglet sera $PE \times NM = \sqrt{px}$

$\times 2\sqrt{2ax-xx}$; la multipliant par dx, on aura $2dx\sqrt{px}\sqrt{2ax-xx}$ pour l'élément de sa solidité, que je change ainsi, $2\sqrt{p}x\,dx\sqrt{2a-x}$. Pour trouver l'intégrale de cet élément, je fais $\sqrt{2a-x}=z$, & opérant à l'ordinaire, je trouve que l'intégrale est $-\frac{8a\sqrt{p}}{3}\times 2a-x\sqrt{2a-x}+\frac{4\sqrt{p}}{5}\times 2a-x\sqrt{2a-x}$. Faisant $x=0$ pour voir si cette intégrale est complette, je trouve $-\frac{32aa\sqrt{p}\sqrt{2a}}{15}$ qu'il faut ajouter à l'intégrale trouvée pour la rendre complette, & elle devient $-\frac{8a\sqrt{p}}{3}\times 2a-x\sqrt{2a-x}+\frac{4\sqrt{p}}{5}\times\sqrt{2a-x}\sqrt{2a-x}+\frac{32aa\sqrt{p}\sqrt{2a}}{15}$. Enfin lorsque le point P tombe en C, ou que $x=2a$, la valeur de l'onglet est $\frac{32aa\sqrt{p}\sqrt{2a}}{15}$: sur quoi je remarque en passant, que la valeur de tout le solide, ou de l'onglet est égale à la quantité qu'il a fallu ajouter à l'intégrale pour la rendre complette, & l'on a dans ce cas la cubature de l'onglet cylindrique coupé par une parabole.

Pour trouver la quantité d'eau écoulée dans une seconde de tems par l'ouverture circulaire $BMCN$, faite au dessous du niveau de l'eau du réservoir, ce qui est le cas le plus ordinaire, il est clair que cette quantité sera égale

égale à la portion de cylindre $BIGCMN$. Or le diametre BC étant $2a$, BP, x; AP sera $\sqrt{bp-px}$; $NM\,2\sqrt{2ax-xx}$, la tranche ou le plan de NM par PE sera $\sqrt{bp-px} \times 2\sqrt{2ax-xx}$; ainsi l'élément du solide qu'il faut trouver sera $2dx\sqrt{bp-px}\sqrt{2ax-xx}$, cette différentielle ou cet élément n'est point intégrable. Pour le rendre plus simple, je nomme AC, b; CP, x; & BC, a; alors $AP=b-x$, $NM=2\sqrt{ax-xx}$, $PE=\sqrt{bp-px}$, & l'élément devient $2dx\sqrt{ax-xx}\times\sqrt{bp-px}$, ou $2dx\sqrt{px}\times\sqrt{b-x}$, dont on ne peut encore trouver l'intégrale que par approximation. Mais je remarque ici en passant que si, après ce dernier changement, on suppose que l'extrémité B du diametre soit au niveau de l'eau du réservoir, ou au point A, alors $b=a$, & l'élément est $2dx\sqrt{px}\sqrt{a-x}\times\sqrt{a-x}$, ou $2dx\sqrt{px}\times\overline{a-x}$, ou $2dxa\sqrt{px}-2xdx\sqrt{px}$, dont on trouve très simplement que l'intégrale est $\frac{4}{3}ap^{\frac{1}{2}}x^{\frac{3}{2}}-\frac{4}{5}p^{\frac{1}{2}}x^{\frac{5}{2}}$, ce qui donne lorsque $x=a$, $\frac{8}{15}aa\sqrt{ap}$, & si l'on met $2a$, au lieu de a, $\frac{32}{15}aa\sqrt{2ap}$, la même que nous avons trouvée ci-dessus.

Mais il s'agit de trouver par approximation, la suite qui est l'intégrale de $2dx\sqrt{px}\sqrt{a-x}\sqrt{b-x}$. Voici la méthode qui m'a paru la plus simple. Je prends par la

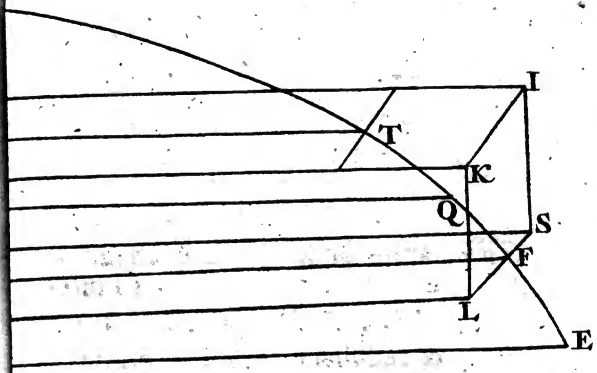
la formule de M. Newton, la ſuite infinie qui eſt la valeur de $\sqrt{a-x}$ & $\sqrt{b-x}$, & j'ai

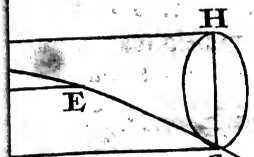
$$\sqrt{a-x} = \sqrt{a} - \frac{x}{2\sqrt{a}} - \frac{xx}{8\sqrt{a^3}} - \frac{x^3}{16\sqrt{a^5}}, \text{ &c.}$$

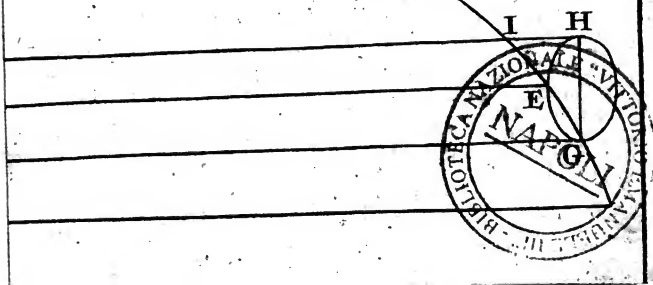
$$\sqrt{b-x} = \sqrt{b} - \frac{x}{2\sqrt{b}} - \frac{xx}{8\sqrt{b^3}} - \frac{x^3}{16\sqrt{a^5}}, \text{ &c.}$$

Je multiplie les deux ſuites l'une par l'autre, ce qui me donne une nouvelle ſuite, qu'il eſt inutile de décrire ici. Je multiplie chaque terme de cette nouvelle ſuite par $2dx\sqrt{px}$, après quoi j'integre chaque terme, & il me vient une ſuite qui eſt l'intégrale de $2dx\sqrt{px}\sqrt{a-x}\sqrt{b-x}$. Enfin je fais $x=a$, & réduiſant tous les termes ſemblables en un ſeul, pour avoir la valeur approchée de l'intégrale cherchée, ou du ſolide $BIGCMN$ par cette ſuite $\sqrt{p}\times\frac{10}{12}\frac{11}{60}aa\sqrt{b} - \frac{6043}{27720}\frac{a^3}{\sqrt{b}} - \frac{41012}{1153177}\frac{a^4}{b\sqrt{b}} - \frac{16023}{1235520}\frac{a^5}{bb\sqrt{b}}$, &c. dont tous les termes ſont multipliés par $\sqrt{p}$. On peut, pour abréger les calculs, la changer en celle-ci, ſans cauſer aucune erreur ſenſible, $\sqrt{p}\times\frac{334}{1000}a^2\sqrt{b} - \frac{218}{1000}\frac{a^3}{\sqrt{b}} - \frac{36}{1000}\frac{a^4}{b\sqrt{b}} - \frac{15}{1000}\frac{a^5}{bb\sqrt{b}}$, &c.

SUR







BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI

SUR LA RÉUNION DES DEUX BOUTS D'UN INTESTIN,

Une certaine portion du Canal étant détruite.

Par M. MORAND. *

IL eſt très difficile de concilier le ſentiment des Anciens ſur les playes des Inteſtins, avec les obſervations qui prouvent que non-ſeulement un Inteſtin entamé peut ſe réunir, mais même qu'une portion du canal inteſtinal étant détruite, les deux bouts peuvent ſe réunir auſſi, & rétablir la continuité du canal interrompue par la portion détruite.

En effet, ſi on prend à la lettre le texte d'Hippocrate, *Si quod Inteſtinorum gracilium diſcindatur, non coaleſcit*, il ſemble que les Inteſtins grêles diviſés ne peuvent ſe reprendre; cependant les exemples du contraire ſont en grand nombre, & comme cette réunion eſt plutôt dûe à la Nature qu'à l'Art, il n'eſt pas vrai-ſemblable que du tems d'Hippocrate, il ne ſoit pas arrivé que la Nature ait quelquefois démenti l'aphoriſme, & que les Inteſtins ſe ſoient réunis contre l'eſpérance même des Anciens.

Quoi qu'il en ſoit, ſi c'eſt un miracle, il n'eſt plus ſi rare; il eſt peu de Chirurgiens qui pra-

* 9 Août 1735.

pratiquent, qui n'en ayent vu. Je pourrois ſur cela rapporter pluſieurs obſervations, mais je ne pourois pas en citer de plus ſingulieres ni de plus utiles que celles qui ont été publiées par l'Académie.

On y trouve non-ſeulement des faits dont il réſulte qu'on peut guérir quelqu'un à qui on a coupé, ou qui a perdu par la pourriture, une grande portion du Canal inteſtinal, mais encore des méthodes particulieres d'opérer pour aider la Nature en pareille circonſtance à faire la réunion; il eſt néceſſaire d'en donner ici le précis.

Dans les Mémoires de 1710, M. Méry fait l'hiſtoire d'une Hernie où la pourriture étant ſurvenue, il fut obligé d'emporter quatre à cinq pieds au moins d'Inteſtin grêle; l'ouverture de l'Inteſtin s'unit dans l'aine, & il y reſta un anus. Voilà d'abord un exemple qui autoriſe à couper l'Inteſtin gangrené, y en eût-il même pluſieurs pieds.

M. Méry abandonna à la Nature ſeule le ſoin du recollement; mais s'il y avoit lieu de craindre l'épanchement des matieres dans le ventre, on trouve dans les Mémoires de 1700, un moyen de le prévenir. M. Littre dit qu'il faut pour cela diſtinguer le bout continu au duodenum, d'avec le bout continu au rectum, lier celui-ci, & le repouſſer dans la capacité, ayant ſoin de tenir le fil aſſujetti extérieurement aux environs de la playe, juſqu'à ce que la ligature ſoit tombée; enſuite faire trois points d'aiguille au bout continu au duodenum, de ſorte que les fils partagent ſa circonférence en trois parties égales,

&

& tiennent l'extrémité de l'Inteſtin approchée du bord interne de la playe du ventre, juſqu'à ce qu'elle s'y ſoit collée.

M. Littre paroît avoir omis la façon de lier le bout continu au rectum : il y a lieu de croire que c'eſt en le fronçant circulairement pour le tenir tout-à-fait fermé, & cela ſuppoſe un projet de former un anus. Mais dans l'Hiſtoire de 1723, M. La Peyronie qui n'a que déſigné dans l'obſervation, diſpoſe les parties à ſe rencontrer mutuellement, en les aſſujettiſſant vis-à-vis l'une de l'autre par un pli fait à la partie du méſentere qui ſoutient la partie altérée de l'Inteſtin, & un point d'aiguille qui le tient dans cette ſituation. M. La Peyronie, en pratiquant ce moyen, n'eſpéroit pas une réunion parfaite des deux bouts; cependant le ſuccès paſſa ſes eſpérances, & les deux bouts d'Inteſtin ainſi approchés ſe réunirent en un mois.

Si on ajoute à ces différens expédiens, celui qui a été employé par M. Ramdhore premier Chirurgien du Duc de Brunſwick, on aura tous les moyens capables de ſatisfaire aux différentes conjonctures.

On lit dans une Diſſertation en forme de Theſe ſoutenue par M. Mœbius ſous la préſidence de M. Heiſter, qu'en 1727, M Ramdhore fut appellé pour ſecourir une Femme de Wolfembutel, qui avoit une Hernie abſcédée, & un morceau d'Inteſtin long de 2 pieds pendant au dehors de l'ouverture extérieure: ce morceau étant preſque entierement ſphacelé, il le coupa avec la portion du méſentere altérée qui lui répondoit; enſuite il mit

les deux bouts de l'Inteſtin l'un dans l'autre, c'eſt-à-dire, le bout qui vient du duodenum dans celui qui va au rectum, & les retint dans cette ſituation par un point d'aiguille dont le fil fut médiocrement ſerré: la malade fut aſſez promptement guérie, vécut encore un an, & mourut d'une pleuréſie. Par l'ouverture du cadavre, on trouva le Canal inteſtinal rétabli, & la cicatrice de l'inteſtin adhérente à celle de la playe extérieure.

L'Auteur marque qu'il eſſaya de faire cette expérience ſur un Chien, après lui avoir ôté deux pouces d'Inteſtin grêle; mais que les Inteſtins grêles du Chien ſont ſi étroits qu'il ne put faire entrer les bouts l'un dans l'autre. Il fut obligé de coudre les deux bouts enſemble, mais les alimens tombérent dans le ventre, & le Chien mourut.

Le fait de la réunien des deux bouts d'Inteſtins étant ſuffiſamment conſtaté, je vais tâcher d'expliquer comment ſe fait cette réunion.

Le fluide & l'air qui coulent dans les Inteſtins, tenant toujours leurs parois plus ou moins diſtendues, il eſt probable qu'un Inteſtin ſimplement entamé ne ſe réuniroit pas, ſi la playe faite à l'Inteſtin ne trouvoit parallelement à elle quelque autre partie ſanglante entamée en même tems, comme une autre portion d'Inteſtin, l'épiploon, le péritoine, pour s'y coller, & rétablir entre elles une circulation commune.

Il n'eſt preſque pas poſſible d'imaginer une playe à l'Inteſtin, telle qu'elle ne rencontre aucune autre partie; auſſi les diviſions ſimples

ples & peu étendues guériſſent-elles communément & par adhérence, comme l'on ſait, c'eſt-à-dire, par une cicatrice commune à l'Inteſtin bleſſé & à la partie parallele, plutôt que par une cicatrice immédiate, c'eſt-à-dire, par la jonction ſimple d'une levre de la playe à l'autre.

Pour expliquer la réunion d'un orifice d'Inteſtin à un autre orifice, ſuppoſant une plus ou moins grande quantité du milieu détruite, il faut auſſi des adhérences : il faut que ces adhérences ſoient de quelques points de la circonférence de chaque orifice aux parties voiſines, & enfin que par le moyen de ces adhérences, les deux portions ſoient aſſujetties dans une diſpoſition propre à ſe répondre par leurs cavités.

Si l'Inteſtin eſt ſuppoſé flottant dans le bas-ventre, cela ne pourra avoir lieu, & c'eſt la vraye raiſon pour laquelle l'expérience de M. Mœbius ſur un Chien ne réuſſit pas : mais ſi l'Inteſtin eſt pris dans une Hernie inguinale, l'adhérence de quelque portion de l'Inteſtin au péritoine qui revêt les bords de l'anneau, ou à l'anneau même, pourra former des points d'aſſujettiſſement; & ſi l'Inteſtin paſſe au travers d'une playe faite au bas-ventre, & que la réduction ne ſoit point faite d'abord, les points d'aſſujettiſſement ſeront les points inflammatoires de l'Inteſtin contigu à ceux des levres de la playe: car l'on ſait que deux parties enflammées ſe collent enſemble, même ſans être diviſées. Il eſt pourtant vrai de dire que cela doit arriver plus ſouvent dans le cas de la Hernie, que dans celui de la playe.

Pour bien entendre la différence de la position naturelle avec la position contre nature qui occasionne l'adhérence & l'assujettissement :

* Soit *A B C D* une portion d'Intestin flottant dans le bas-ventre : si on suppose la portion *C D* emportée, il est facile de voir que la réunion ne se fera pas, parce que les deux portions du mésentere *E*, paralleles à *C D*, tiendront les deux bouts *A C*, *B D*, plus ou moins écartés l'un de l'autre, & que ces deux bouts ne feront point assujettis.

Soit la même portion d'Intestin *C D* †, passée au travers de l'anneau dont le plan est en *F*, l'Intestin sera assujetti en plusieurs points, le bout *A C* pourra toucher le bout *B D* par le côté qui répond au mésentere *E*, & être assujetti par l'autre côté au péritoine voisin de l'anneau *F*.

Soit enfin toute la partie *C D E* emportée au-dessous de l'anneau *F*, nous aurons au lieu d'un canal continu, comme dans les Figures 1 & 2, deux tuyaux ouverts, ‡ *A C* venant du duodenum, & portant les matieres qui coulent dans le canal au dehors de l'ouverture *C*, & *D B* allant au rectum, & demeurant sans fonctions, jusqu'à ce que les matieres puissent couler de *C* en *D*.

Suivant présentement ce qui doit résulter des différens points d'adhérence des deux orifices *C D*, nous en déduirons tous les cas possibles.

1°. Si l'orifice *C* n'est adhérent nulle part, il

* Fig. 1. † Fig. 2. ‡ Fig. 3.

il doit ſe retirer au-deſſus de l'anneau *F*, auquel cas la matiere tombera dans le ventre, & la mort ſera certaine.

2°. Si ce même orifice *C* s'attache à l'anneau *F* ſans l'orifice *D*, l'approche des deux bouts ſera impoſſible, la matiere coulera toute par l'orifice *C* dans la playe extérieure; & le malade conſervera toute ſa vie, dans cet endroit, un ſecond anus dont il y a tant d'exemples.

3°. Si les deux orifices *C D* adhèrent enſemble à l'anneau *F*, de façon que l'anneau les embraſſe par un cercle commun, les deux bouts pourront ſe réunir, & rétablir la continuité du canal interrompue dans cet endroit.

Voilà l'utilité des adhérences, mais elles ne ſuffiſent pas; car ſi dans l'état où nous avons laiſſé l'Inteſtin, ſes fibres étoient ſans action, il n'y auroit rien de fait pour l'eſpece de réunion que j'explique: il faut encore que les fibres longitudinales & circulaires concourent à cette réunion, chaque ordre de fibres y contribuant d'une façon particuliere.

1°. L'anneau ayant bien moins de diametre que chacun des orifices ſuppoſés ouverts, l'adhérence ne ſe fera aux rebords de l'anneau que moyennant une diminution plus ou moins grande du diametre de l'Inteſtin; & cela arrivera par le froncement que doivent produire les fibres circulaires: les orifices *C D* ſeront donc plus étroits que le reſte du canal, comme dans la Figure 4.

2°. Il eſt néceſſaire qu'une des parois de

chaque bout d'Inteſtin change de diſpoſition, car tant qu'ils ſeront comme dans la Figure 3, le recollement ne ſe fera pas.

Ce ne ſeront point les parois externes * *GH*, car elles ſont adhérentes au point *F*, & ce n'eſt qu'à la faveur de ces adhérences que les orifices ſont aſſujettis; ce ſeront les parois internes unies en *I*, & ces parois s'éloigneront de l'anneau *F* par la contraction des fibres longitudinales qui ne peut avoir d'effet que de ce côté. Alors la matiere qui ſortoit toute par le bout *C* ſe partagera; une partie continuera de ſortir par la playe extérieure, mais une autre renvoyée au dedans par l'appareil, commencera à enfiler la route naturelle de *C* en *D*. Par la ſuite, il en coulera moins par la playe extérieure, & il en coulera plus par le bout continu au rectum; alors la playe extérieure étant moins mouillée par les excrémens ſe réunira, & il reſtera dans l'endroit de l'union, un tuyau coudé & étranglé † qui, toute la vie, ſera attaché au péritoine, ou même à l'anneau & à la cicatrice extérieure: en même tems, il ſera plus étroit que le reſte du Canal inteſtinal. C'eſt ainſi que je l'ai obſervé pluſieurs fois dans les cadavres de ceux qui, pluſieurs années avant la mort, avoient éprouvé cet accident.

Le rétréciſſement ſubſiſtant en cet endroit du canal, donne la cauſe des coliques qu'ils ſouffrent longtems après la guériſon, & indique de grands ménagemens pour leur conſervation: car ils doivent manger peu à la fois,

* Fig. 4. † Fig. 5.

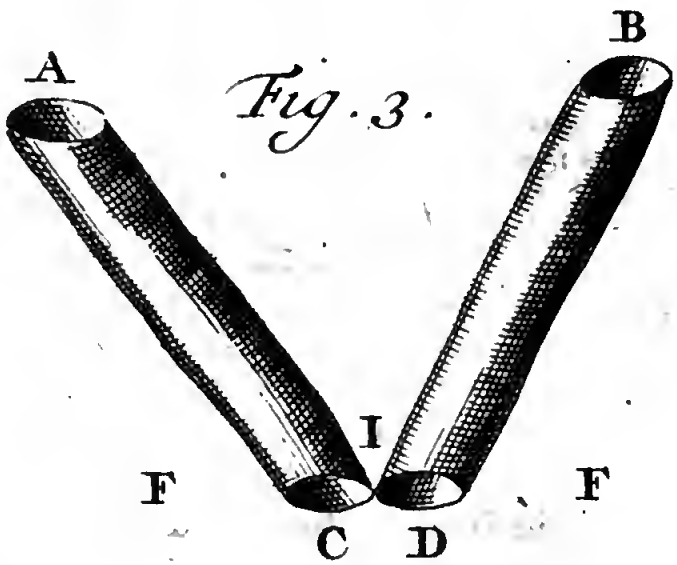


Fig. 3.

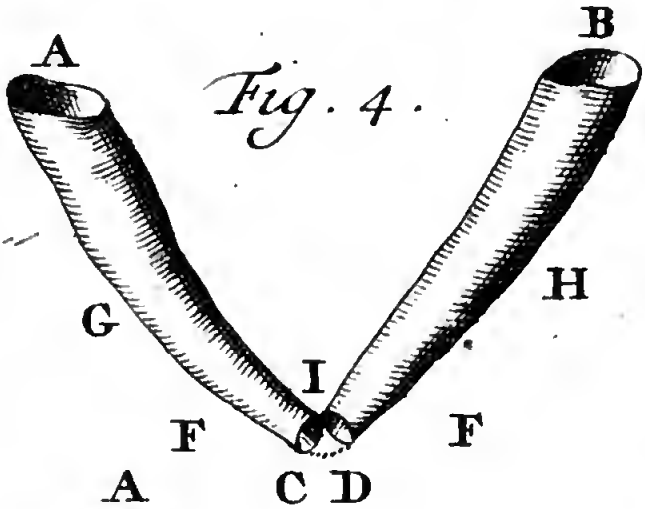


Fig. 4.

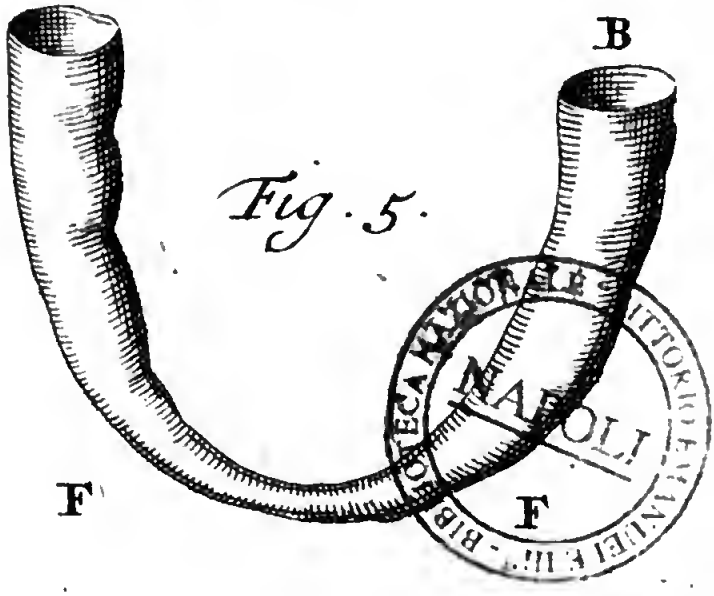
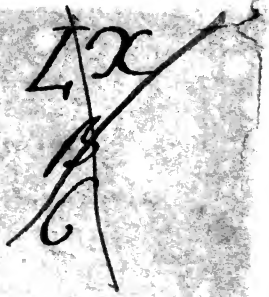


Fig. 5.

BIBLIOTECA REALE NAPOLI

fois, choiſir des alimens d'une conſiſtence molle, & éviter ceux qui ſont capables d'exciter des vents, ſans quoi ils ſont expoſés, non-ſeulement à de vives douleurs de colique, mais encore au danger du déchirement de l'Inteſtin dans l'endroit étranglé. C'eſt un accident funeſte que j'ai vu arriver, il y a quelques années, à une Femme à qui j'avois fait l'opération d'une Hernie gangrénée, avec les accidens les plus graves: j'avois été obligé de couper quatre doigts d'Inteſtin, & j'avois abandonné le reſte à la Nature; cette Femme, après avoir rendu les matieres par la playe pendant deux mois, fut guérie ſans ouverture extérieure. Quelques années après, elle mourut d'une colique d'indigeſtion en peu de jours; je l'ouvris, je trouvai les alimens & les remedes tombés dans le ventre, & l'Inteſtin ouvert dans le point de l'étranglement par où les matieres s'étoient épanchées dans la capacité.

Je ne crois pas devoir faire ici mention des changemens que la pourriture de l'Inteſtin doit apporter dans le manuel de l'opération; c'eſt un détail purement chirurgical, & mon objet eſſentiel étoit d'expliquer comment ſe fait la réunion dans le cas propoſé.

A01 1476094

XII
C 3